C 4460 E

Populäre Elektronik

2/79 Februar 1979

DM 3,-/sfr 3,50/ lfr 53.-/ ös 25.-

Flip-Flop 7473
auf dem TTL-Trainer

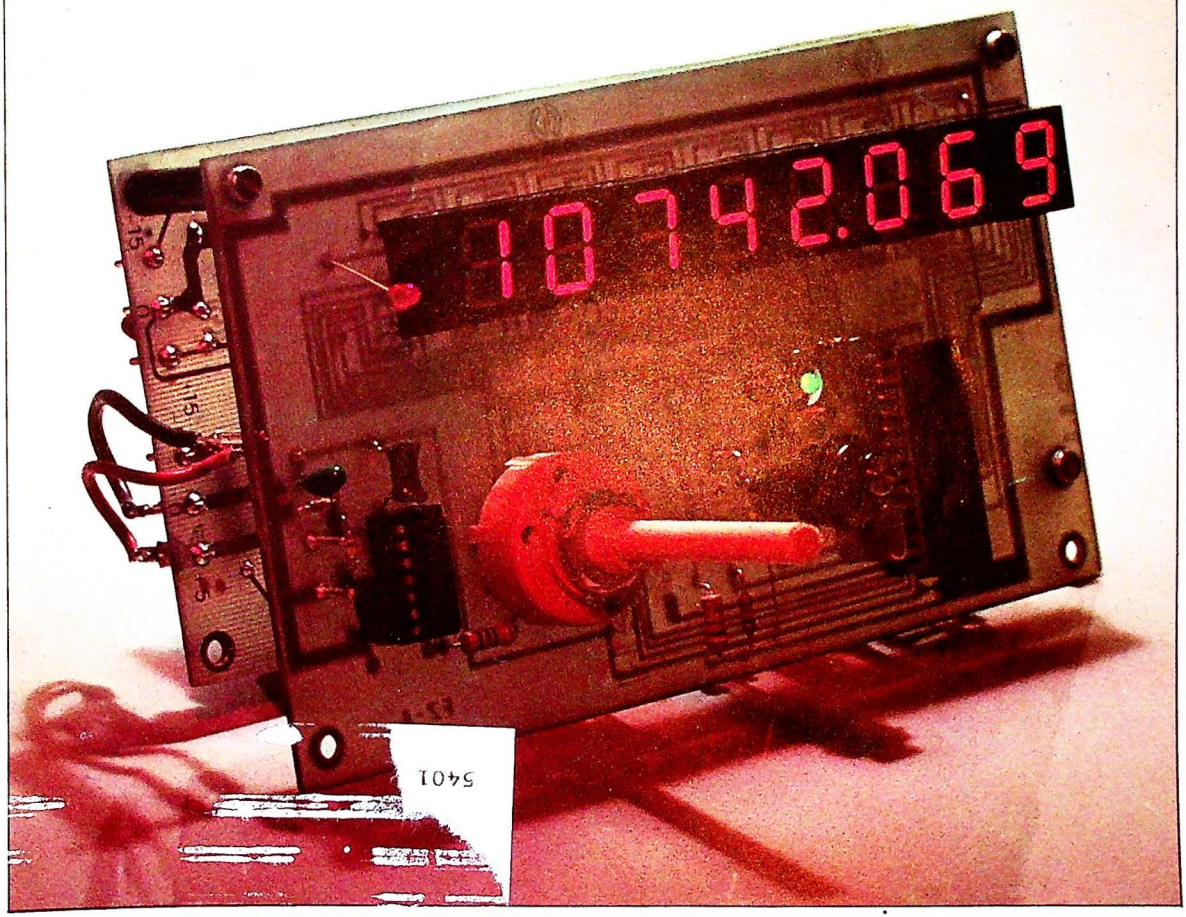
Mini-Midi-Empfänger
MW-Nostalgie

DC-Fuse
Elektronische Sicherung

Gehäuse
aus Printmaterial

Einfach zu bauen:

Frequenzzähler `79



Akustischer Schalter (Geräuschschalter) Empfindlichkeit einstellbar auf div. Geräusche (z.B. Klatschen usw.) oder auf Signale des mitgelief. Pfeiftongebers. Netzanschl. 220 W. Man kann Geräte wie Fernseher, Licht, Tonband usw. bis max. 500 W anschließen.

Klatschschalter kpl. á 36,35 ab 10 Stück . . . á 28,—
ab 3 Stück . . . . . á 34,35

NN 35 Netzteil stufenlos regelbar von 0-35 V und der Strom von 1 mA-2 A, mit 2 Potentiometern. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC 723 mit 2 nachgeschalteten Leistungstransistoren. Die beiden Potis für Spannung und Strom befinden sich auf der Platine. Platine 13 x 7 cm. Mit dem Stromregler kann man einen bestimmten Strom einstellen. Übersteigt der Ausgangsstrom den eingestellten Wert, so schaltet das Gerät ab.

Bausatz NN 35 . . . . . DM 32,95
Netztrafo 2 A . . . . . DM 14,95
Bausatz NN 35 mit Gehäuse komplett und Instrumenten . . . . . DM 109,95
Gehäuse, leer, komplett gestanzt und bedruck (22 x 15 x 9 cm) . . . . . DM 37,50
Fertiggerät NN 35 im Gehäuse . . . . . DM 149,50

NETZTEIL 0 – 50 V

stufenlos regelbar, Strom max. 3,5 A, schaltet bei Kurzschluß durch einen Thyristor ab, hochkonstant durch temperaturkompensierte Referenzspannungsquelle. Änderung der Ausgangsspannung von 0 auf Vollast nur 0,005%!

Einführungspreis, Bausatz . . . . . DM 44,95
Netztrafo passend . . . . . DM 32,95

Passendes Gehäuse mit sämtlichen Bohrungen, beschrifteter Frontplatte . . . . . DM 49,95

Passende Instrumente 50 V, 3 A . . . . . á DM 19,95
Fertiggerät im Gehäuse . . . . . DM 199,95

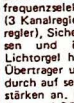
NEU 30 Watt FBI-Sirene
Betriebsspannung 10-25 V, auf- und abschwellender Ton, Heulton und Impulston einstellbar.
Bausatzpreis . . . . . DM 16,95

Angebot des Monats
10 Kanallauflicht, 10 x 500 W Ausgänge, mit Netzteil, umschaltbar auf 4-6-8-10 Kanallauflicht.
Bausatz . . . . . DM 29,95

Schwarzlicht
Lampe, 220 V~, 75 W Fassung E27 normal, kein Vorschaltgerät erforderlich . . . . . DM 3,88
Ab DM 8,85

Comptalux color, Reflektorlampe, Preßglaskolben, verspiegelt, 100 W, Sockel E27, in den Farben Rot, Gelb, Grün, Blau . . . . DM 9,90
ab 10 St., farbig á DM 8,95

Große farbige Reflektorlampe, 40 W, E 27-Fassung in den Farben: Rot/Blau/Grün/Gelb/Violett u. Weiß . . DM 5,95
ab 10 Stück . . . . . á DM 4,95



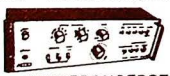
AFS-Strahlerfassung, allseitig schwenkbar, Fassung Alu, Fuß Kunststoff, für Decken- oder Wandmontage . DM 9,95
E 27 . . . . . ab 10 Stück á DM 8,95

LOB 18 3-Kanallichtorgel, frequenzselektiv, 4 Regler (3 Kanalregler, 1 Volumenregler), Sicherung mit Achsen und Knöpfen. Die Lichtorgel hat den spezial Übertrager und spricht dadurch auf sehr kleine Lautstärken an. Leistung 3 x 1000 W, Platine 18 x 4 cm.

Bausatz LOB 18 . . . . . DM 17,20

Bausatz LOB 18 mit Gehäuse . . . . . DM 22,50
Fertiggerät im Gehäuse . . . . . DM 24,95

160 Watt HiFi — Studio — Stereoverstärker, 1 Jahr Garantie!



Technische Daten
Musikleistung: 160 W
Sinusleistung: 2 × 50 W
Klirrfaktor: 0,2 %
Intermodulation distortion: 0,2 %
Frequenz: 15-30 000 Hz ± 1dB
Signal/noise relationship: 65 dB
Schutz gegen Kurzschluß durch eingebaute Schutzsicherungen im Lautsprecher-Stromkreis
Eingänge: Phono magnet. tuner, Aux 1 + 2, Tape cinch und Dioden ((RCA + PENTA)
Ausgänge: Tape RCA + PENTA, Stereo-Kopfhörer, 2 Steckeranschlüsse 220 V 50-60 Hz, 2 paar Lautsprecher A + B

SONDERANGEBOT!
ab Lager lieferbar
HI-FI STEREO AMPLIFIER mod. BF 378
BF 378.....299,95
ab 3 Stck. a.....290,--

Controls:	Lautstärke in dB	Rumble filter
	Balance	Scratch filter
	Treble	Mono/Stereo
	Bass	Muting ./. 20 dB
	Loudness filter	

Power supply: 220 V, Maße: 365 × 275 × 125 mm

TRIAC-BLINKLICHT Lichtpulser Stroboskop für normale 220-V-Glühlampen bis 500 W belastbar.

Bausatz Lichtpulser . . . . . DM 15,50

20 W Edwin mit Klangregelteil, 20 W sin., 20 Hz-20 kHz, 0,5% Klirrfaktor, Höhen-Tiefenregelung : 18 dB.

Bausatz 20 W Edwin mit Potis Mono . . . . . DM 29,75
Bausatz 20 W Edwin mit Potis Stereo . . . . . DM 59,50
Fertigbaustein 20 W Edwin mit Potis . . . . . DM 39,95
Netzteil Mono und Stereo . . . . . DM 22,50
Stereoentzerrer für 20 W Edwin . . . . . DM 14.90

30-W-Hi-Fi-Endstufe TE 30
Hi-Fi-30-W-Sinus-Endstufe, 20 bis 20 kHz, 0,8%, 1 V/50 K, Betriebsp. 30-40 V, 7 Halbleiter, NTC usw.

Bausatz TE 30 DM 29,85
2 Stück . . . . DM 55,—
Mononetzteil . DM 22,50
Stereonetzteil . DM 28,50

40-W-Edwin-Endstufe, 1000fach bewährt, kurzschlußfest, keine Ruhestromeinstreilung, 25 Hz-1,2 MHz, 0,1% Klirrfaktor, 1 V/50 kΩ, Betriebsspannung 42 V.
Bausatz 40 W Edwin DM 39,50 2 Stück . . . DM 77,—
Mononetzteil . . . . . DM 34,50
Stereonetzteil . . . . . DM 45,50

100-W-EQUA-Verstärker, 20 Hz-60 kHz, Klirrfaktor kleiner 0,07%!, dauerkurzschlußsicher, Betriebsspannung 60-80 V, 14 Halbleiter, Hochleistungskühlkörper, U eing. 0,5 V.
100-W-Endstufe EQUA 100, Bausatz . . . . . DM 55,—
Fertigbaustein EQUA 100, geprüft . . . . . DM 88,—

Mononetzteil DM 52,— Stereonetzteil DM 74,—

Hochwert. Stereo-Verstärker 100.
Stereo-Vorverstärker f. sämtliche Endstufen geeignet. 4 umschaltbare Eingänge für Tonband, Tuner, magn. Plattenspieler, frei. Lautstärke-, Höhen-, Tiefen-, Balanceregler u. Drucktasten auf der Platine. Höhen-Tiefenregelung ± 20 dB, 15-70 kHz, 25–60 V.
Bausatz Vorverstärker 100 mit Potis und Tasten DM 59,50

Klangfilterplatine KBK
4 Tasten für Rausch-Rumpel-Sprache, Basisbreite, Poti für Basisbreite, mit Kopfhöreausgang, 14 Halbleiter.

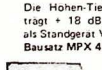
Bausatz KBK . . . . . DM 33,95

Netzgerät 723 ein stufenlos regelbares Netzteil mit einer Ausgangsspannung 4-28 V, max 3 A. Die Regelung erfolgt durch das Spannungsregler IC µA 723 mit nachgeschaltetem Leistungstransistor 2N 3055. Die Strombegrenzung ist auf 2 A eingestellt, kann jedoch durch Einsetzen eines anderen Widerstandswertes verändert werden. Eingangswechselspannung kann 22-30 V betragen. Platine 11,4 x 8 cm.

Bausatz 723 . . . . . 24,—
Netztrafo 202 (max. 2A) 14,95
Netztrafo 205 (max. 3A) 22,50

Elektronisches Lesley, Bausatz . . . . . DM 23,95
Funkschalter zur drahtlosen Fernsteuerung, ca. 80 m Reichweite, 220-V-Netzteil eingebaut , mit Sender, kpl. . . . . DM 89,50
Transistorzündung, 12 V, für Pkw sämtlicher Fabrikate, Bausatz . . . . . DM 27,50

MPX 4000 in Stereoausführung. Ein 4-Kanalmischpult mit 2 Magneteingängen, 1 Tonbandeingang und 1 Mikrofoneingang mit Hohen-Tiefenregelung zur optimalen Anpassung der Mikrofone und der Stimme. Die 2 Magneteingange schalten automatisch auf Kristalleingang um bei Anschluß eines Kristallplattenspielers. Auf der Platine befindet sich ein eingebautes Netzteil. Bestuckung: 8IC. Frequenzgang: 10Hz-28KHZ. Klirrfaktor kleiner 0,15%.
Eingange: 2x Magneteingang 2mV- 200mV.
1x Mikrofoneingang 2mV - 20mV.
1x Tonbandeingang 200mV.
Die Hohen-Tiefenregelung des Mikrofoneinganges beträgt + 18 dB. Das MPX 4000 kann als einbau- oder als Standgerat Verwendung finden.
Bausatz MPX 4000 . . . . . DM 49,95



DISCO-LICHTORGEL 10, 3-Kanal-Lichtorgel, Baugruppe LOB 3/1000 AV, jedoch mit Schieberegler, mit Pultgehäuse, das komplett gestanzt und beschriftet ist, 3 Schukosteckdosen an der Rückseite, 3adriges Netzkabel. Gehäuse 215 x 130 x 75.
Bausatz DISCO-LICHTORGEL . . . . . DM 77,85
Fertiggerät Disco 10 . . . . . DM 128,—

Kojak-Horn
Elektronische Sirene im Druckkammerlautsprecher mit kraftvollen auf- und abschwellendem Tonintervall. Durch besonders starke Endstufe wird ein Schalldruck von 95 Phon/1m erreicht. Frequenz 500-2000 Hz, Signaldauer 0,7 sek. pro Impuls. Maße: 130 mm ø, Länge 170 mm, Spannung 12 V DC, Wetterfeste Ausführung durch Spezialschutzfilm. 29,95

LOB 3/1000 AV, eine 3-Kanal-Lichtorgel mit einer Leistung von 3x 1000 W/220 V. 3 Regler für die einzelnen Kanäle, 1 Volumenregler. Diese Ausführung besitzt eine hervorragende Kanaltrennung, da jeder Kanal einen aktiven RC-Filter eingebaut hat. Dadurch wird eine fast unerreichte Kanaltrennung der tiefen, mittleren und hohen Frequenzen erreicht. Der NF-Eingang wird zusatzlich durch einen Transistor verstärkt. Dadurch hat diese Lichtorgel eine Eingangsempfindlichkeit von ca. 0,1 W, das bedeutet, daß ein Cassettenrecorder zur Aussteuerung voll genügt. Durch die eingebaute NF-Automatik entfällt das Nachregeln der Kanäle bei schwankender Musiklautstärke.

Bausatz LOB 3/1000 AV . . . . . DM 42,50
Fertigbaustein 3/1000 AV . . . . . DM 54,—
Passendes Gehäuse mit Frontplatte . . . . DM 9,50

LO 96, Lichtorgel wie 3/1000 AV, jedoch mit gestanztem Gehäuse, Steckdosen, Netzkabel, NF-Buchse, Knöpfen usw.
Bausatz LO 96 DM 65,— Fertiggerät LO 96 DM 96,50

LIGHT 2000
Das Lichtsteuergerät Light 2000, das Gerat der Superlative. Das 4-kanalige Gerat hat eine garantierte Ausgangsleistung von je 2000 Watt. Dieses ist konzipiert für extremsten Dauerbetrieb in Discotheken, bei Kapellen, und naturlich auch fur den privaten Gebrauch, ein Lichtsteuergerät, das keine Wunsche offen laßt. Auf Lebensdauer und Storanfalligkeit wurde bei der Entwicklung strengstens geachtet.
Das Gerät Light 2000 hat folgende Betriebsvariationen:
a) analoge Lichtorgel (frequenzselektiv)
b) 4-Kanal-Digitallichtorgel
c) 4-Kanallauflicht
d) 4-Kanallauflicht invertierbar (Lampen werden nacheinander dunkel)
e) 4-Kanallauflicht normal und ivertiert im gleichzeitigen Betrieb.
f) samtliche 4 Kanäle konnen bei den oben aufgeführten Betriebsarten gedimmert werden.

Die Funktionen a-e werden mit dem Tastensatz umgeschaltet. Die Lichtorgel besteht aus der Grundplatine, auf die samtliche Bauguppen a-e aufgesteckt werden. Die Verbindungen werden mit hochwertigen AMP-Steckverbinder hergestellt. Das Gerät wird am Lautsprecher angeschlossen, hat am Eingang einen Operationsverstarker mit Automatik bei schwankender Lautstarke. Die 3 Regler gehören zum einstellen der Eingangsempfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Dimmer.
Das Light 2000 arbeitet mit Nullpunkt-steuerung, dadurch entfallen die Anstieg- und Abfallflanken bei der Triacansteuerung. Somit ist ein vollkommen störungsfreier Betrieb moglich. Jegliche Arten von Funkentstorung entfallt hiermit. Das Netzteil ist stabilisiert und samtliche Bauteile inkl. dem Netztrafo befinden sich auf der Platine.

Bestuckung: 22 IC, 10 Transistoren, 4 Triacs, usw. Platine 28 x 14 cm (Grundplatine).

Bausatz LIGHT 2000 komplett . . . . . DM 249,—
Fertigbaustein LIGHT 2000 . . . . . DM 298,—

Platinensatz (5-teilig) mit 13-seitiger Beschreibung und Oszillogrammen . . . . . DM 38,—

Passendes Gehäuse komplett gelocht und mit beschrifteter Frontplatte . . . . . DM 98,95

LIGHT 2000 betriebsbereit im Gehäuse mit eingebauten Steckdosen . . . . . DM 598,—

Audioskop, ein Gerät, das NF-Signale vom Radio, Tonband usw. auf dem Fernsehbildschirm sichtbar macht. Anschluß an der Antennenbuchse. Kein Eingriff am FS-Gerat.
Bausatz Audioskop . . . . . DM 14,20
Gehäuse . . . . . DM 5,90

Elektorglocke, 8 verschiedene Töne, Bausatz . DM 29,95
Passendes Gehäuse . . . . . DM 9,50

Lichtschranke mit Relais, 1200 W belastbar, Bs. DM 11,50
Elektron. Würfel, mit roten LED-Anzeigen, Bs . DM 9,80
Passendes Gehäuse für Würfel . . . . . DM 5,20

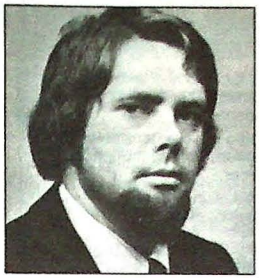
3fach-Sirene, auf- u abschwellender Sirenenton, Impulston, Dauerton, mit Endstufe, Bausatz . . . . . DM 12,95

Elektronischer Nachhall, in jedes Gerät einbaubar, f. Stereo- u. Monogerate, Hall regelbar, Bausatz . DM 23,95
Hallspirale RE-4 DM 15,— **Hallspirale RE-6** . . DM 11,50

LD 42, 4-Kanal-Digitallichtorgel mit Selbststeuerung, Pauselicht, 3 Regler für Empfindlichkeit, Lauflichtgeschwindigkeit und Umschaltung Digit-Duallauflicht. Bei Mittelstellung ergibt sich die Variante: Lauflicht mit Musikansteuerung. Triacsteuerung, pro Kanal 1000 W Spitze belastbar, mit Netzteil, Knöpfen, usw.
Bausatz LO 42, 4-Kanal . . . . . DM 76,—
Fertigbaustein LO 42 . . . . . DM 89,—
Passendes Gehäuse . . . . . DM 9,50
Fertiggerät LO 42 . . . . . DM 169,—

SCHUBERTH electronic
8660 Münchberg
Postfach 260 · Tel. 09251/6393
Gesamtkatalog '79 (300 Seiten) gegen 5,- DM. Sonderliste kostenlos.

Vorwort



Das Etikett einer Schaltung

Wer als Elektronik-Entwickler mit einer Schaltungsidee schwanger geht und schließlich eine funktionsfähige Schaltung zustande bringt, glaubt meistens fest daran, einen besonderen, einmaligen Wurf getan zu haben. Auch der Redakteur, der eine interessante Sache an Land gezogen hat oder auf sie gestoßen wurde und sie seinen Lesern vorstellt, ist oft von einem gewissen Stolz erfüllt, fast so, als ob er der Vater des Gedanken wäre. Und wenn dann ein passender Name für das Kind gesucht wird, muß es oft ein möglichst ausgefallener sein, damit er der Sache angemessen ist. So wird dann leicht aus einem vielseitig verwendbaren Zeitgeber ein „Universeller Timer" oder aus einem Netzgerät, das den Stand der Technik repräsentiert, eine „Superspannungsquelle".

Das alles ist nicht nur menschlich verständlich und auch gar nicht besonders schlimm, wenn die Grenze des guten Geschmacks nicht überschritten wird und – wichtiger – wenn das Etikett den wesentlichen Kern der Wahrheit enthält. Manche Presseleute bei Publikumszeitschriften tun sich da schwer, aber das ist nicht unser Bier. Und wenn einmal ein Kollege unseres Fachs über das Ziel hinausschießt – was soll's? Jedem mal seine Show.

Es gibt Schlimmeres. So konnten Schaltungen immer schon mit unrichtigen, zu guten technischen Daten falsch etikettiert werden. Das ist bekannt, so etwas überprüft man, da ist man längst kritisch.

Inzwischen steht fest, daß es eine ganz andere Möglichkeit gibt, Schein und Sein so zu mischen, daß man noch genauer hinsehen muß. Mit Messen und Datenprüfen läuft da nichts mehr, es geht um's Etikett. Wenn Sie die betreffende Buchbesprechung in dieser Ausgabe gelesen haben, werden Sie wissen, was gemeint ist. Soll Elektronik Spaß machen, muß auch alles zusammen passen: Schaltung, Daten und Etikett. Sonst ist der Spaß oft schnell zu Ende.

In dieser Ausgabe finden Sie wieder drei Baubeschreibungen, diesmal aus den Bereichen Digitaltechnik, Stromversorgung und HF-Technik, denn zu dieser muß man auch einen kleinen Mittelwellenempfänger zählen. Wir hoffen, mit den Titeln „Frequenzzähler '79", „DC-Fuse" und „Minimidi" nicht nur wohlklingende, sondern auch treffende Bezeichnungen gewählt zu haben.

Ihr

Manfred H. Kalsbach

Populäre Elektronik

Jahrgang 4 Heft 2

In dieser Ausgabe

Leitartikel
Das Etikett einer Schaltung 5

Marktnotizen
Zwei in einem: SN 29 743 N 8
LM 336: stabile Referenzspannung 8
Zeitschriften beobachtet 8
U zu f und f zu U mit LM 331 9

Digitaltechnik
Frequenzzähler '79
10 MHz, 50 mV 10

Der Tip
12: Prüfgenerator für Eilige 17

Mechanisches
Gehäuse selbst machen aus Printmaterial 18

So funktioniert das!
Digital-Voltmeter (Teil 1) 20

Denken in High und Low
FlipFlop 7473 auf dem TTL-Trainer 24

Buchbesprechung
Geschäft mit der Angst? 32

Buchtip
Alles über Solartechnik 32

Mini-Midi
Ein kleiner Mittelwellenempfänger 33

DC-Fuse
Elektronische Sicherung 39

Verschiedenes
„Kassette im Auto" überflüssig? 31
Hitparade, Vorschau 44

Impressum

Populäre Elektronik erscheint jeweils Mitte des Vormonats im M + P Zeitschriften Verlag GmbH & Co, Winterhuder Weg 29, 2000 Hamburg 76
Telefon 040/ 220 15 66-69
CHEFREDAKTION
Manfred H. Kalsbach
REDAKTION
Leen van Dam, Wil Leiner, Jan Palmen, Jan Pas, Jos Verstraten
MITARBEITER
Wolfgang Back, Albert Hartfiel, Wolfgang F. Jacobi, Friedrich Scheel, Hilaneh von Kories, (Bildredaktion), Sabine Spies (Redaktionsassistenz)
VERLAGSLEITUNG
Claus Grötzschel

ANZEIGENLEITUNG
Werner Pannes
ANZEIGENVERWALTUNG
M + P Zeitschriften Verlag
Winterhuder Weg 29
2000 Hamburg 76
Telefon 040/ 220 15 66-69
Telex MEPS 21 38 63
Zur Zeit ist die Anzeigenpreisliste Nr. 5 gültig
DRUCK
Locher KG, 5000 Köln 30
REPRODUKTION
Alpha Color GmbH Hamburg
VERTRIEB
IPV Inland Presse-Vertrieb GmbH
Wendenstraße 27-29
2000 Hamburg 1, Telefon 040/ 24 861, Telex 2162401
LAYOUT
Susanne Grocholl
Sabine Schwabroh

ABONNEMENT
Inland 12 Ausgaben DM 29,80 inkl. Bezugsgebühren, Ausland DM 34,80. Bestellungen beim Verlag

© by
POPULÄRE ELEKTRONIK

GERICHTSSTAND
Hamburg
AUSLANDSVERTRETUNGEN
Österreich: Messner Ges. mbH, Liebhartsgasse 1, A-1160 Wien, Telefon 0222/92 54 88, 95 12 65
Schweiz: SMS-Elektronik, Köllikerstr. 121, CH-5014 Gretzenbach, Telefon 064/ 41 41 55

Alle in POPULÄRE ELEKTRONIK veröffentlichten Beiträge stehen unter Urheberrechtsschutz. Die gewerbliche Nutzung, insbesondere der Schaltpläne und gedruckten Schaltungen, ist nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers zulässig. Die Zustimmung kann an Bedingungen geknüpft sein. Alle Veröffentlichungen erfolgen ohne Berücksichtigung eines eventuellen Patentschutzes. Warennamen können geschützt sein, deshalb werden sie ohne Gewährleistung einer freien Verwendung benutzt. Für unverlangt eingesandte Manuskripte und Geräte kann keine Haftung übernommen werden. Rücksendung erfolgt nur, wenn Porto beigefügt ist. Die geltenden gesetzlichen und postalischen Bestimmungen hinsichtlich Erwerb, Errichtung und Betrieb von Sendeeinrichtungen aller Art sind zu beachten. Der Herausgeber haftet nicht für die Richtigkeit der beschriebenen Schaltungen und die Brauchbarkeit der beschriebenen Bauelemente, Schaltungen und Geräte.

Die erste und beste Ausstellung für Hobby-Elektroniker:*

Hobby-tronic '79

8.–11. März, 2. Ausstellung für Hobby-Elektroniker
(Am 7. 3. nur für Fachhändler)
Dortmund

Dortmund bietet erneut die Marktübersicht für Hobby-Elektroniker, Micro-Computer-Fans, CB- und Amateurfunker, DXer, Radio-, Tonband- und TV-Amateure, Fernsteuerungsbauer.

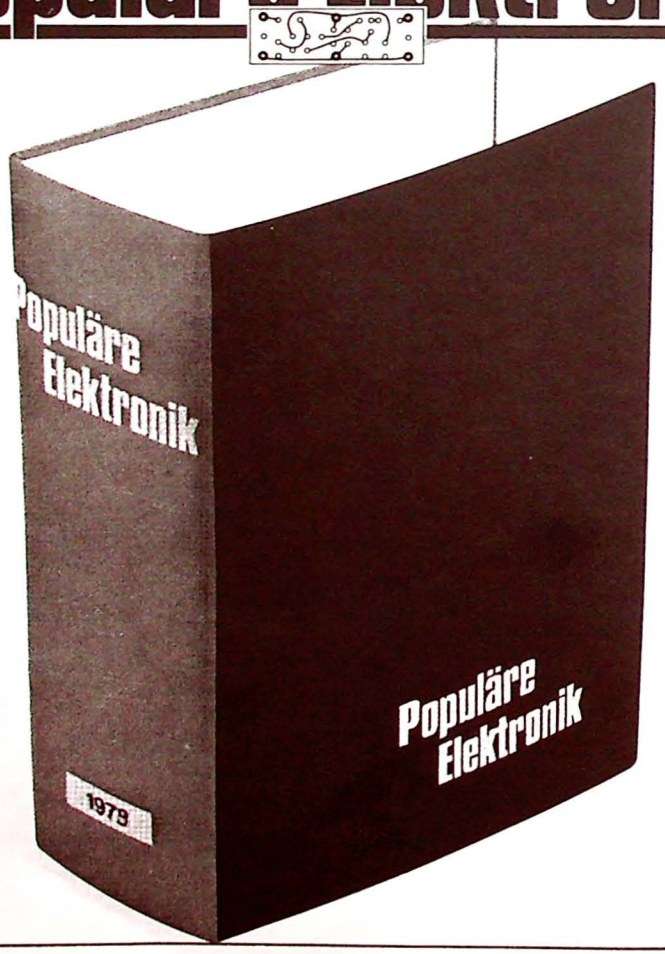
Hobby-tronic '79, so interessant und vielseitig wie die ganze Hobby-Elektronik. Mit Labor-Versuchen, Experimenten, Demonstrationen und vielen praktischen Tips im Actions-Center.

Hobby-tronic '79 vom 8.–11. März. Der Termin, den Sie nicht vergessen dürfen, wenn Sie sich ernsthaft mit Elektronik als Freizeit-Spaß beschäftigen.

Auch für Profis interessant!

AUSSTELLUNGSGELÄNDE WESTFALENHALLEN

Der "Neue" für Populäre Elektronik



Ab sofort kann man den neuen Sammelordner für 1979 bestellen.

Das neue Format beträgt 22,5 cm breit, 29 cm hoch und ca. 5,5 cm tief. Damit können Sie PE von Anfang an in diesem stabilen und praktischen Ordner aufbewahren. Und zwar alle 12 Hefte eines Jahrgangs.

Also nicht vergessen:

Den stabilen und repräsentativen Sammelordner in roter Farbe gleich bestellen. Lieferung in ca. 4-5 Wochen. Für nur DM 11,80 im großen Format, inklusive Porto und Verpackung. Bitte untenstehenden Coupon benutzen:

Populäre Elektronik
Abt. Sammelordner
Postfach 760246,
2000 Hamburg 76

Ich bestelle.....Sammelordner
zu DM 11,80 p. Stück

Zahlung:

☐ mit Briefmarken anbei

☐ per Scheck

☐ per Postscheck auf
Kto. 332287-208 Hamburg
M+P Zeitschriften Verlag

Name: .....

Anschrift: .....

.....

HECK-ELECTRONICS

Aus P.E.-Heft 1:
FBI-Sirene kpl.Bauteile. incl. Lautsp..DM 13,10
P.E.-Platine SI-a . . . . . DM 4,35
Elektro-Toto-Würfel kpl. Bauteiles.mGeh..19,90
P.E.-Platine DS-a . . . . . DM 6,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,30
Transitest kpl.Bauteiles. m Gehäuse .DM 16,50
P.E.-Platine TT-a . . . . . DM 6,75
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,90

Aus P.E.-Heft 2:
Carbophon kpl.Bauteilsatz. . . . . .DM 23,90
P.E.-Platine CF-a . . . . . DM 6,30
Gehäuse . . . . . DM 5,50
Spannungsquelle kpl.Bauteiles.m.T .DM 37,50
P.E.-Platine GV-a . . . . . DM 11,60
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 17,80
Gehäuse TEKO P 3 . . . . . DM 5,90
TESTY kpl.Bauteiles.m Gehäuse. . . . DM 7,70
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 13,50

Aus P.E.-Heft 3:
Die totale Uhr kpl. Bauteilesatz . . . .DM 85,50
P.E.-Platine DK-a+b. . . . . .DM 19,60
Gehäuse TEKO 333. . . . . .DM 10,50
50-Watt-Verstärker in Modultechn. 1 Kanal
incl. Stereonetzteil . . . . . DM 106,50
P.E.-Platine PA-a . . . . . .DM 10,95
Bauteile f.d. 2. Kanal(Stereo) . . . . .DM 57,00
Frontplatte geb. u. beschrift.(pos.o.neg.)11,15
Die Kassette im Auto kpl. Bauteilesatz mit
Gehäuse und Platine . . . . . .DM 10,10

Aus P.E.-Heft 4:
Goldeschloß kpl.Bauteilesatz . . . . . .DM 21,60
P.E.-Platine ES-a . . . . . DM 7,15
LED-VU-Meter (Modultechnik) kpl. Bauteile-
satz je Kanal . . . . . .DM 23,50
P.E.-Platine VU-a . . . . . DM 9,35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg)11,65
HUKRO -2 (Signalhorn) kpl.Bauteiles.DM11,89
P.E.-MIKRO Hauptplatine MI-a. . . . DM 8,50
P.E.-MIKRO Trimmerplatine MI-b . . DM 4,95
HUKRO-1(Blinker) Baut. m.Platine . .DM 13,40

Neu aus P.E.-Heft 4 und 5/78.NEU NEU
SNOBBY-Geräuschschalter
Bauteilesatz Hauptprint mit Mikro . .DM 28,70
Platine Snobby-a . . . . . DM 9,90
Bauteilesatz Netzteilprint . . . . . .DM 39,80
Platine Snobby-b . . . . . DM 9,80
Bautteilesatz Steuerprint . . . . . .DM 29,90
Platiine Snobby-c . . . . . DM 9,70

Aus P.E.-Heft 5:
Tremolo kpl.Bauteilesatz. . . . . .DM 42,40
P.E.-Platine TR-a . . . . . .DM 13,85
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.)15,35
1 14 Lotstifte u.Steckhülsen,5 IC-Fass.4,48
Minimix kpl. Bauteilesatz . . . . . .DM 38,80
P.E.-Platine MM-a. . . . . .DM 12,90
Gehäuse TEKO 334. . . . . .DM 13,10
BUFFER kompl.Bauteilesatz. . . . . DM 3,70
P.E.-Platine BU-a . . . . . DM 6,40
Gehäuse ALU ausreichend f.2.Platinen. . . 3,55

Aus P.E.-Heft 6:
Signal-Tracer kpl. m. Knöpfen und Fassungen,
Bauteilesatz . . . . . .DM 24,90
P.E.-Platine SV-a . . . . . .DM 13,95
Frontplatte gebohrt und bedruckt . .DM 22,90
Gehäuse TEKO P/4 . . . . . .DM 11,00
TV-Tonkoppler kpl.Bauteilesatz . . .DM 20.90
P.E.-Platine TV-a . . . . . DM 12,55
Gehäuse TEKO 333. . . . . .DM 10,50
LESLIE (Modultechnik)Bauteiles. . . DM 2,90
P.E.-Platine TR-b . . . . . DM 6,35
Frontplatte geb.u.beschrift.(pos.o.neg.)9,00

Aus P.E.-Heft 7:
Basisbreite-Einstellung kpl. Bauteilesatz lt.
Stückliste,m.Zubehör. . . . . .DM 19,40
P.E.-Platine BB-a . . . . . DM 9,10
Frontpl.pos.o.neg. . . . . .DM 12,85
TTL-Trainer Bauteiles.m.Kabel . . . .DM 51,90
P.E.-Platine DT-a . . . . . DM 29,00
Gehäuse P/4 . . . . . .DM 11,00
MIKRO-4 (Flip-Flop)Bauteiles.kpl.. . DM 6,90
P.E.-MIKRO-4 Hauptprint MI-a . . . . DM 8,50

Aus P.E.-Heft 8:
Superspannungsquelle kpl. Bauteilesatz lt.
Stückliste m.Instr.,Knöpfen usw. . .DM 113,70
P.E.-Platine SSQ. . . . . .DM 13,10
Gehäuse SSQ m.Kühlkörper;Rückw. .DM 39,80
Mini-Uhr m.Maxi-Display,Bauteiles. .DM 38,90
P.E.-Platine DK-c/d. . . . . .DM 10,95
Spez.Uhrengehäuse m.Plexi-Scheibe . DM 5,75
Loudness-Filter kpl.Bauteiles. . . . .DM 13,80
P.E.-Platine FV-a . . . . . DM 9,70
Frontpl.pos.o.neg. . . . . DM 11,00
Gehäuse m.Gleitmutterkanälen f. P.E.-Moduls.
Größe 300...DM 49,60/Größe 500 DM64,90

Aus P.E.-Heft 1/78:
Sinusgenerator (Modul) kpl.Bauteiles. DM27,50
P.E.-Platine SG-a . . . . . .DM 14,10
Frontplatte FN-SG-a . . . . . .DM 17,30
n-Kanal-Lichtorgel Hauptprint Bautelesortim.
kpl.lt.Stuckliste . . . . . .DM 20,80
je Kanal lt. Stückliste. . . . . .DM 12,50
P.E.-Basisplatine LO-c . . . . . DM 8,30
P.E.-Kanalplatine LO-d. . . . . DM 5,00
Grundausst. Plat 1xLO-c:3xLO-d. . .DM 19,00
Lichtdimmer Bauteiles.kpl.lt.Stückl. .DM 21,90
P.E.-Platine LD-a . . . . . DM 6,80
Gehäuse TEKO 3/B. . . . . DM 3,90

Aus P.E.-Heft 2/78:
Rauschfilter i.Modultechnik Bauteiles.DM14,90
P.E.-Platine RF-a . . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg. . . . . .DM 11,60
Goliath-Display Bauteile lt.Stückl. . .DM 17,70
P.E.-Platine UD-a/b . . . . . .DM 10,10
Pausenkanal für n-Kanal-Lichto. Baut..DM11,50
P.E.-Platine LO-e . . . . . DM 5,00

Aus P.E.-Heft 3/78:
Spannungslupe Bauteile lt.Stückl.. . .DM 16,30
P.E.-Platine SL-a . . . . . DM 5,25
Gehäuse TEKO p/2. . . . . DM 4,40
Rechteckzusatz z.Sinusgenerator Baut.DM 16,90
P.E.-Platine SW-a . . . . . DM 7,80
P.E.-Frontplatte FN-SW-a . . . . . DM 9,15
Goliath-Stromversorgung Baut.m.TrafoDM47,90
P.E.-Platine GV-e . . . . . .DM 13,90

Aus P.E.-Heft 4/78:
Hall i.Modultechnik lt.Stückl.m.OPA. DM36,90
P.E.-Platine RV-a . . . . . DM 8,90
P.E.-Frontplatte pos.o.neg. . . . . .DM 12,85
O.P.A.Operationsverstärker Bauteiles. .DM8,90
P.E.-Platine OP-a . . . . . DM 5,35
LOGIC-PROBE Baut. lt.Stückl. . . . .DM 8,50
P.E.-Platine LT-a . . . . . DM 5,05

Aus P.E.-Heft 5/78:
Peace-Maker lt.Stückliste. . . . . .DM 13,90
P.E.-Platine PM-a . . . . . DM 5,90
Gehäuse . . . . . DM 4,40
Digitalmeter i.Modultechnik Bauteiles..DM79,90
P.E.-Platine DM-a/b. . . . . .DM 19,35
P.E.-Frontplatte FN-DM-a . . . . . .DM 19,50
DC-Vorsatzlt. Stückl. . . . . .DM 12,90
Frontplatte FN-DM-b. . . . . DM 9,15

Aus P.E.-Heft 6/78:
Digital-Analog-Timer Bauteilesatz. . .DM 59,90
P.E.-Platine UT-a . . . . . .DM 18,00
P.E.-Gehäuse geb.und bedruckt . . . .DM 17,00
Sensorschalter Baut.lt.Stückl. . . . . .DM 14,90
P.E.-Platine TT-b . . . . . .DM 10,20
L.E.D.S. Bauteile lt.Stückliste. . . . . DM 7,90
P.E.-Platine LE-a . . . . . DM 6,90

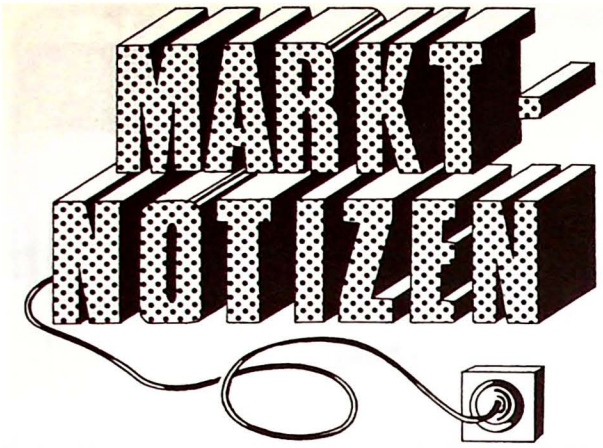
Aus P.E.-Heft 7/78:
Ohm-Meter-Vorsatz Bauteilesatz . . .DM 24,90
P.E.-Platine DM-c . . . . . DM 7,85
P.E.-Frontplatte FN-DM-c . . . . . .DM 10,20
Würfeln m.Goliath Bauteilesatz . . . .DM 14,90
P.E.-Platine UD-c . . . . . DM 6,10
Elektronisches Tauziehen Bauteiles. .DM 49,90
P.E.-Platine EG-a . . . . . .DM 14,25
Gehäuse TEKO P/3. . . . . DM 5,90
Netzstecker-Stromversorgung 9V . . .DM 14,50

Aus P.E.-Heft 8/78:
Infrarot-Empfänger Bauteilesatz . . .DM 48,80
P.E.-Platine IR-b . . . . . .DM 11,80
Gehäuse Ormatu Typ BIM2003. . . . DM 5,40
Gehäuse Amtron Typ KG-6-ST . . . . DM 5,20
Infrarot-Sender Bauteilesatz. . . . . .DM 19,90
P.E.-Platine IR-a. . . . . DM 5,90
Gehäuse Typ Blm 2003 . . . . . DM 5,40
Zener-Tester Bauteilesatz . . . . . .DM 39,90
P.E.-Platine ZT-a . . . . . DM 7,70
Gehäuse TEKO 362. . . . . DM 8,75
H.E.L.P. Laborprint UP-a . . . . . .DM 22,50

Aus P.E.-Heft 9/78:
Syndiatape Bauteilesatz lt. Stückl. . . DM 31,80
P.E.-Platine SY-a . . . . . .DM 14,70
Gehäuse . . . . . .DM 10,90
Schwesterblitz Bauteile lt. Stückl.. . .DM 19,50
Platine FL-a . . . . . DM 4,50
Gehäuse . . . . . DM 3,35
Kontaktloses Relais Bauteiles. . . . . DM 10,80
P.E.-Platine RY-a . . . . . DM 4,90

Aus P.E.-Heft 10-11/78
Scheibenwischer-Intervallschalter
Baut. lt. Stückl. . . . . .DM 34,70
Platine WA-a. . . . . .DM 11,10
Gehäuse mit Montageteilen . . . . . DM 6,90
Automatikzusatz incl. Platine RB-a. .DM 16,50
Regensonde, Baut. lt. Stückliste. . . .DM 11,90
Platine RB-a . . . . . DM 8,80
Gehäuse mit Montageteilen . . . . . DM 8,90
Auto-Akku-Lader Bauteile lt. Stückl..DM 87,30
Platine AK-a . . . . . .DM 11,10
Metall-Gehäuse . . . . . .DM 34,90

5012 Bedburg
Morkenerstr. 20·Tel. 02272 · 3294



Zwei in einem: SN 29 743 N

In einem neu entwickelten TTL-IC, dem SN 29 743 N von Texas Instruments, sind die Funktionen eines Zwischenspeichers (z.B. 7475) und eines Siebensegment-Dekoders (z.B. 74 247) zu einem integrierten Schaltkreis im 16-Pin-DIL-Gehäuse zusammengefaßt. Daher können mit nur einem Baustein z.B. die BCD-codierten Ausgangsdaten eines Dekadenzählers zwischengespeichert und zur Steuerung eines Siebensegment-LED-Displays dekodiert werden.

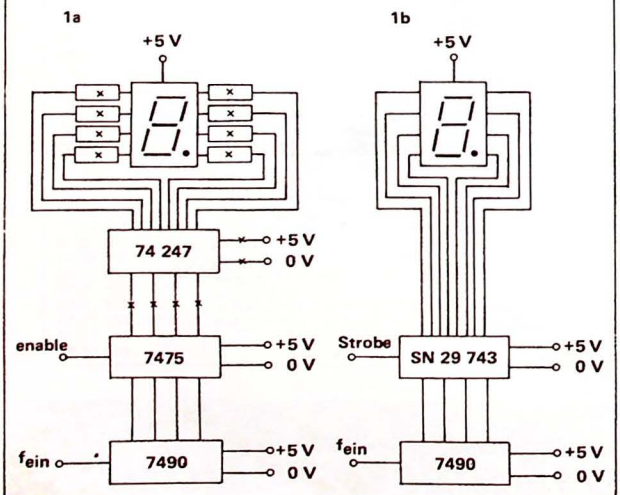
Der Zwischenspeicher ist ein 5-bit-Latch, somit ergibt sich die Möglichkeit, auch den Dezimalpunkt zu speichern.

Integrierte Konstantstromquellen bilden die Ausgänge des Dekoders, so daß externe Strombegrenzungswiderstände zwischen Dekoderausgang und Segment- und DP-Eingängen entfallen können. Der Konstantstrom beträgt typ. 10 mA. Da das IC über gepufferte Eingänge verfügt, ist nur ein maximaler Eingangsstrom von 0,8 mA bei L erforderlich.

Bild 1a zeigt die frühere „konventionelle Schaltung" Bild 1b die Schaltung mit dem SN 29 743 N.

Das neue IC ist, ingesamt gesehen, wirtschaftlicher, da Platz auf dem Print, Bohrungen, Leiterbahnen und evtl. eine IC-Fassung entfallen. Alles, was entfällt, ist in Bild 1a durch ein „X" markiert.

SN 29 743
Texas Instruments Deutschland GmbH,
Haggertystr. 1
8550 Freising



LM 336: stabile Referenzspannung

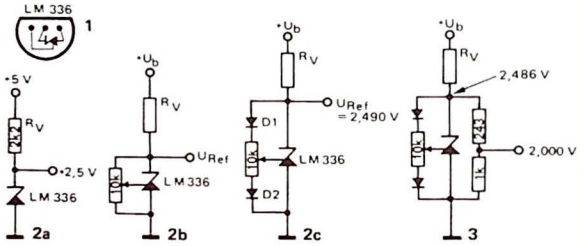
Mit dem integrierten Schaltkreis LM 336 steht eine stabile Referenzspannungsquelle mit der Nennspannung 2,5 V zur Verfügung. Der Schaltkreis enthält 18 Transistoren, kann mit Arbeitsströmen von 300 Mikroampere bis 10 Milliampere betrieben werden. Die Anschlußbelegung des Schaltkreises LM 336 im TO-92-Gehäuse ist aus Bild 1 ersichtlich (Ansicht von unten). Bild 2a zeigt die einfachste externe Beschaltung an 5 V Betriebsspannung.

Bei der Beschaltung nach Bild 2b läßt sich die Referenzspannung zwischen 2,390 V und 2,590 V trimmen. Die Kompensation der Temperatur-Drift des ICs kann mit den 2 zusätzlichen Dioden D1 und D2 in Bild 2c erfolgen, hier eignen sich die Typen 1N914, 1N4148 und 1N1457. Optimale Temperaturkompensation ist bei einer Referenzspannung von 2,490 V gegeben.

Bei Versuchen mit dem LM 336 wurde bei P.E. eine Referenzspannungsquelle für 2,000 V aufgebaut, die ausgezeichnete Eigenschaften aufweist. Die Ausgangsspannung wird mit dem 10 k-Cermet-Spindeltrimmer auf 2,486 V eingestellt, am Knotenpunkt des Spannungsteilers aus R2 und R3 ergibt sich dann eine Ausgangsspannung von 2,000 V. R2 und R3 sind engtolerierte Metallfilmwiderstände (höchstens ± 1%).

Die Differenz von 4 mV bei der Temperaturkompensation (2,490 V minus 2,486 V = 4 mV) beeinträchtigt den Temperaturgang nicht.

LM 336, Datenblatt National Semiconductor GmbH



Oben links die Anschlußbelegung in der Ansicht von unten. Bild 3 zeigt die bei P.E. aufgebaute 2,000 V-Referenzsp.-Quelle.

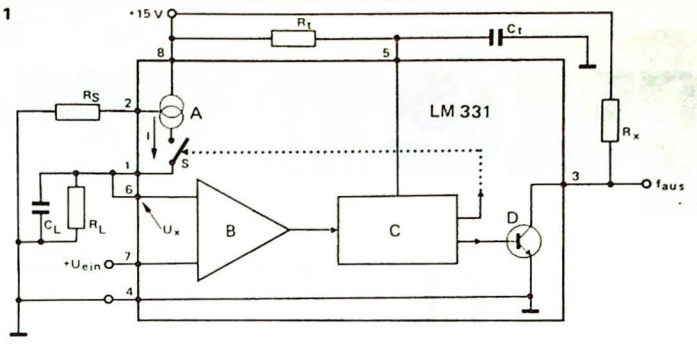
Zeitschriften beobachtet

„Die Schaltung", eine kleine, aber solide Fachzeitschrift für die Hobby-Elektronik, hat mit der 26. Ausgabe ihr Erscheinen eingestellt. Den Schaltung-Lesern wird gleichzeitig – sozusagen als letzter Wille – mit dieser Mitteilung „Elo" als Nachfolgelektüre empfohlen. Für Elo sollen „Beiträge im Sinne des Schaltungs-Konzepts übernommen und fortgeführt werden".

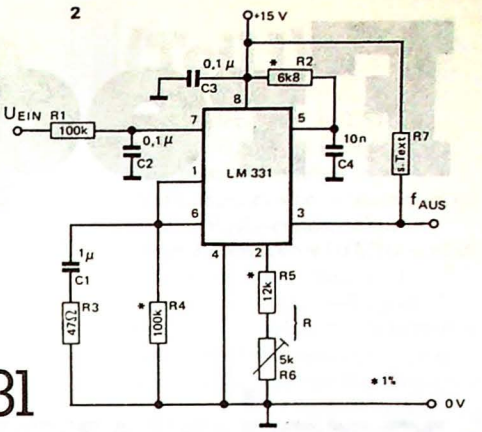
Dieser letzte Satz ist das Bemerkenswerteste an dem Vorgang, er berührt das bemerkenswerte Selbstverständnis von Elo, die nach Bekunden des Verlags als Publikumszeitschrift anzusehen ist. Vor einem guten Jahr war das noch anders, bis dahin hatte sich auch Elo, wie alle anderen deutschen Zeitschriften der Hobby-Elektronik, als Fachzeitschrift präsentiert. Tatsächlich enthält Elo einige wesentliche Merkmale, die sie für ein breiteres Publikum interessant macht, Elemente, die man bei den Mitbewerbern auf dem Zeitschriftenmarkt nicht oder nur gelegentlich findet.

Wenn demnächst Beiträge im Sinne des Schaltungs-Konzeptes hineingenommen werden, so könnte sich damit ein erneuter Richtungswechsel trotz erfolgreicher, breitenwirksamer Konzeption andeuten. Elo, quo vadis?

1



2



U zu f und f zu U mit LM 331

Der Baustein LM 331 ermöglicht den Aufbau einfacher, aber genauer Spannungs-Frequenz-Umsetzer mit ausgezeichneter Linearität. Aber damit nicht genug, das gleiche IC kann auch – bei entsprechender Beschaltung – eine Frequenz in eine Spannung umwandeln. Arbeitet der Schaltkreis als U/f-Converter, so steht an seinem Ausgang eine Impulsfolge, deren Frequenz proportional zu der angelegten Eingangsspannung ist. Das stark vereinfachte Blockschaltbild (Bild 1) dient zur Erläuterung der Arbeitsweise. Das IC enthält 3 Funktionsblöke: eine geschaltete Stromquelle (A), einen Komparator (B) sowie den Monoflop-Timer (C). Ferner ist ein Transistor mit offenem Kollektor (D) vorhanden, der als Ausgangs-Buffer dient. Damit ist die Möglichkeit gegeben den Schaltkreis an nachfolgende Logik-Schaltungen anzupassen.

Der Komparator (B) vergleicht die positiv gerichtete Eingangsspannung (+Uein, Pin 7) mit der Spannung Ux an Pin 6. Ist Uein höher als Ux, so triggert der Komparator den Monoflop-Timer (C). Der Monoflop-Timer (MFT) schaltet dann sowohl den Schalter S (selbstverständlich ist das ein Schalttransistor) als auch dem Ausgangstransistor (D) auf EIN, und zwar für die Periodendauer $t = 1{,}1 \cdot R_t \cdot C_t$.

Während der Periodendauer t fließt aus der Stromquelle (A) der Strom I in den Kondensator C_L, der Kondensator wird mit der definierten Ladungsmenge $Q = I \cdot t$ geladen. Auf diese Weise steigt die Spannung Ux an Pin 6 normalerweise auf einen höheren Pegel als Uein an. Nach Ablauf von t schaltet der MFT den Schalter S und den Ausgangstransistor (D) auf AUS. Gleichzeitig versetzt sich der MFT in den Ausgangszustand (Reset). Es fließt kein Strom I mehr in C_L, der Kondensator entlädt sich über R_L soweit, bis Ux auf den Betrag von Uein abgesunken ist. Ist dieser Punkt erreicht, so triggert der Komparator erneut den MFT, es beginnt ein neuer Zyklus.

Der Mittelwert des in C_L hineinfließenden Stromes beträgt genau

$$I_M = I \cdot (1{,}1 \cdot R_t \cdot C_t) \cdot f$$

und der aus C_L über R_L abfließende Strom beträgt

$$Ux \cdot R_L,$$

das entspricht $Uein \cdot R_L$

Wird Uein verdoppelt, so verdoppelt sich auch die Frequenz, um den Gleichgewichtszustand aufrecht zu erhalten. Somit liefert dieser einfache Spannungs/Frequenz-Umsetzer eine Ausgangsfrequenz, die für einen weiten Frequenzbereich genau proportional der Eingangsspannung ist. P.E. hat mit dem LM 331 „gespielt" und für interne Zwecke einen Print für Versuchsaufbauten entworfen. Er hat sich so ausgezeichnet bewährt, daß er einem interessierten Leserkreis nicht vorenthalten werden soll. Es sei aber ausdrücklich darauf hingewiesen, daß es sich nur um einen Versuchsprint handelt.

Die Schaltung des Versuchsaufbaus ist aus Bild 2 zu entnehmen, das Layout aus Bild 3 und der Bestückungsplan aus Bild 4. Der Umsetzungsfaktor beträgt 1000 Hz/V, der lineare Bereich des Umsetzers erstreckt sich von 10 mV (= 10 Hz) bis 10,000 V (= 10 kHz).

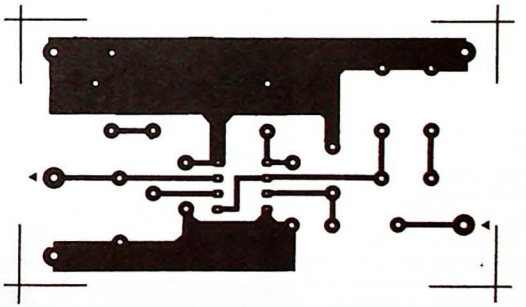
Die Schaltung nach Bild 2 enthält gegenüber Bild 1 einige zusätzliche Bauelemente, auf deren Bedeutung nachstehend kurz eingegangen wird. C3 ist ein keramischer Scheibenkondensator, der zur Entkopplung der Versorgungsspannung dient. Im Eingang, (Pin 7) liegt ein Glied aus R1 und C2; R1 sorgt am Pin 7 für gleiche Bedingungen wie an Pin 6, somit wird der Eingangsstrom des Komparators kompensiert. C2 säubert die Eingangsgleichspannung von eventuell überlagerten Störspannungen, C2 kann bis auf 1 µF erhöht werden, falls erforderlich. Der Widerstand R_S in Bild 1 ist in Bild 2 aufgeteilt in R5 und R6. Mit R6, einem 10-Gang-Cermet-Trimmpoti, wird bei Uein = 10,000 V die Ausgangsfrequenz von 10000 Hz eingestellt. R7 ist je nach gewünschtem Steuerstrom für nachfolgende Schaltungen zu bemessen.

Alle in Bild 2 mit einem Stern gekennzeichneten R's sollten max. ±1 % Toleranz aufweisen und Metallfilmwiderstände sein.

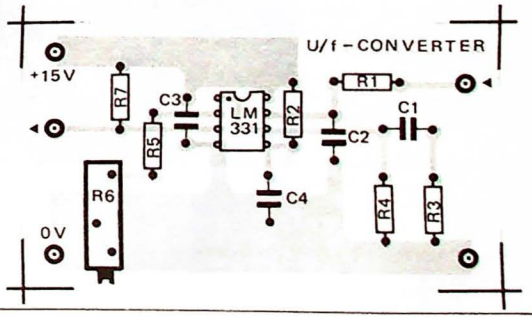
Der hier vorgestellte Versuchsaufbau nutzt nur eine der vielen Möglichkeiten des ICs aus.

Quelle: Datenblatt LM 131/231/331 von National Semiconductor Industriestraße 10, 8080 Fürstenfeldbruck

3

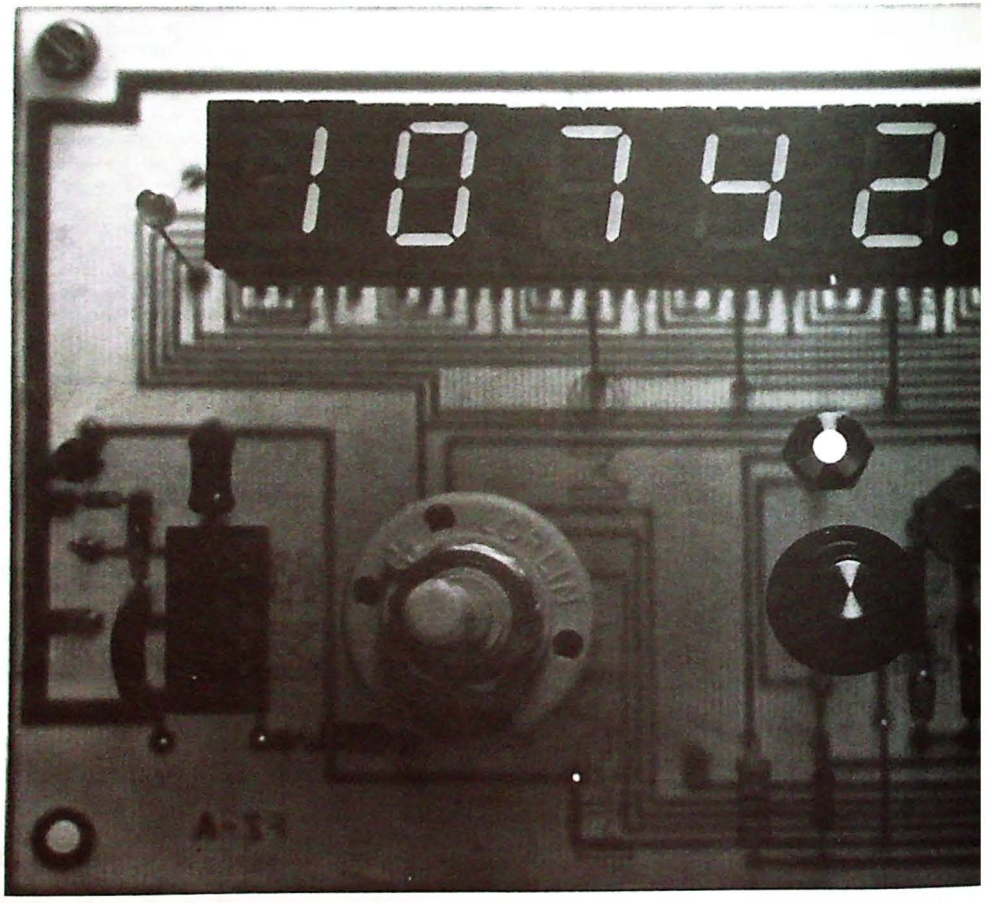


4



Frequenzzä

10 MHz, 50
preiswert und einfach



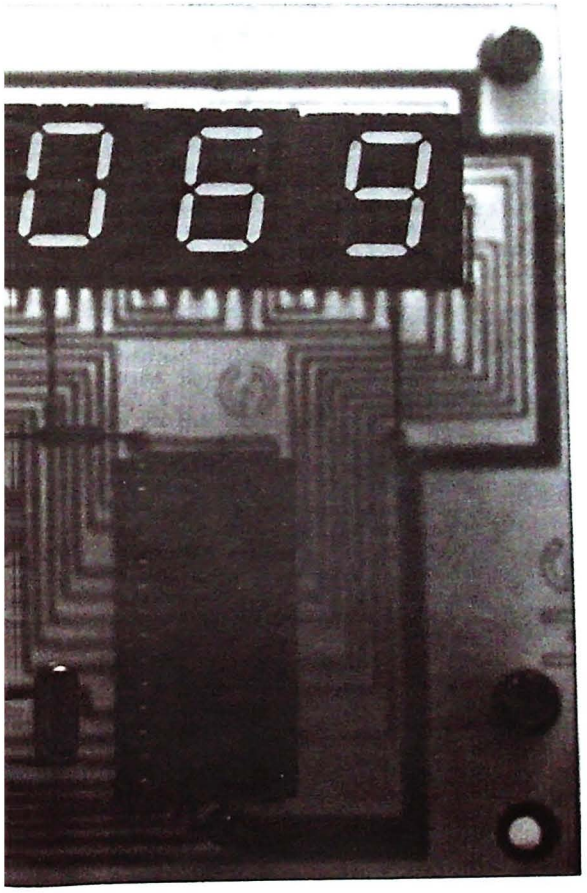
ihler '79

mV

n aufzubauen

(Teil 1)

Ein modernes IC in LSI-Technologie, das ICM 7216 C von Intersil, ermöglicht den Aufbau eines Frequenzmessers, dessen Basisversion schon einen Bereich von 10 MHz umfaßt. Das riecht zwar stark nach komplexer Elektronik, jedoch sind im Prinzip außer achtstelliger Anzeige und Stromversorgung nur wenige externe Bauelemente nötig, um das Super-IC zum Laufen zu bringen.
Da P.E. seinen Lesern nach Möglichkeit Bauanleitungen für fertige Geräte – einschließlich Gehäuse – anbietet, ist bei der Basisversion schon Vorsorge getroffen, um den in Teil 2 beschriebenen Einbau so problemlos wie möglich zu gestalten. Zu diesen Maßnahmen gehört die Verwendung zweckentfremdeter Wire-Wrap-Fassungen für die Anzeige; auf das Wie und Warum wird im Artikel ausführlich eingegangen. Von der Elektronik sind keine Schwierigkeiten zu erwarten, der Aufbau hingegen erfordert Sorgfalt und etwas handwerkliche Geschicklichkeit. Der Mühe Lohn ist ein Meßgerät, das dem Hobby-Elektroniker viele gute Dienste leisten kann.



Ein Frequenzzähler besteht im Prinzip aus einer Anzahl in Kaskade geschalteter Zähldekaden, wie sie beispielsweise im „Goliath-Display" zu finden sind. Die Frequenz ist aber definiert als die Anzahl der Schwingungen pro Zeiteinheit. Daher wird aus einem Frequenzzähler erst dann ein Frequenzmesser, wenn eine zusätzliche Steuerlogik dafür sorgt, daß nur während einer genau eingehaltenen Zeitdauer gezählt wird. Diese Steuerlogik ist bei dem hier beschriebenen Gerät vorhanden, so daß die Überschrift zu diesem Artikel besser „10 MHz-Frequenzmesser" lauten müßte. Der Ausdruck „Zähler" wurde nur gewählt, weil er überwiegend benutzt wird.

Der Kern der Steuerlogik besteht aus einer Zeitbasis-Schaltung, ihr Herzschlag bildet die Steuerimpulse, die den zeitlichen Ablauf einer Frequenzmessung bewirken. Jeder Meßzyklus beginnt mit dem Löschen eines etwa vorhandenen Zählerinhalts. Die Anzeige quittiert

die Richtigkeit dieses Vorgangs mit einer Anzahl von Nullen, die sie dem erstaunten Betrachter anbietet.
Anschließend ist der Zählereingang für eine bestimmte Zeitdauer – die Torzeit – zu öffnen. Nur die während dieser Zeitdauer in den Zählereingang geflitzten Impulse werden gezählt; das Resultat steht in binär kodierter Form an den Ausgängen der Zähldekaden zur Verfügung, um es auf Befehl der Steuerlogik in einen Zwischenspeicher (Latch) einzulesen. Es ist nun noch in eine den Siebensegment-Anzeigen verständliche Sprache zu übersetzen, bevor es sich dem Auge in Form leuchtender Ziffern darbietet. Ferner sorgt die Steuerlogik für die laufende Wiederholung der Messung in regelmäßigen Zeitabständen.
Es ist unschwer einzusehen, daß einiger Aufwand an Elektronik für die Steuerlogik erforderlich ist, um einen Zähler in einen Frequenzmesser zu verwandeln. Dennoch werden Sie in Bild 2 vergeblich nach der oben geschilderten Mimik suchen, weil dank LSI (Large Scale Integration) alle benötigten Funktionen in einem einzigen IC, dem ICM 7216 C von Intersil vereinigt sind.
Die Pinbelegung dieses ICs ist in Bild 1 angegeben.

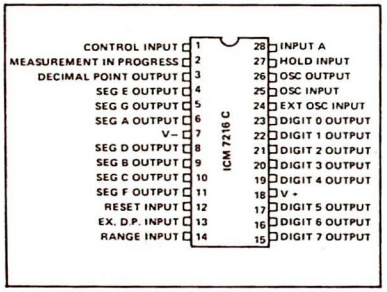


Bild 1. *Die Anschlußbelegung des ICM 7216 C. Einige der 28 Anschlüsse werden nur für Testzwecke benötigt.*

Eine eingehende Funktionsbeschreibung folgt im nächsten Heft. Hier sei deshalb kurz vermerkt, daß der Schmitt-Trigger (IC2, 7413) nur die Aufgabe hat, die zu zählenden Frequenzen so aufzubereiten, daß sie für den Zählereingang verdaulich sind.

Aufbau

Der Aufbau besteht aus zwei Prints, die als Sandwich hintereinander angeordnet sind. Der vordere Print enthält alle Bauelemente der Basisversion des Zählers, wie sie in den Bildern 2 und 3 angegeben sind. Der rückwärtige Print ist mit den Bauelementen der Stromversorgung bestückt, sie erscheint im Augenblick als reichlich überdimensioniert. Daß es nicht der Fall ist, wird man feststellen, wenn man den Vorverstärker (voraussichtlich in Heft 4/79) in Betrieb nehmen will.

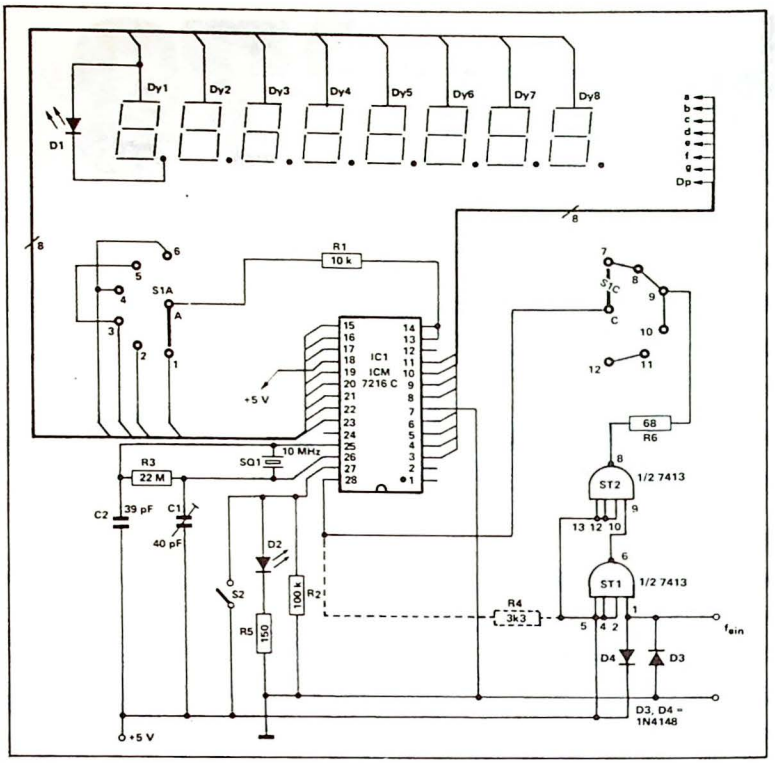


Bild 2. *Die Schaltung der Basisversion des 10 MHz-Zählers Der Übersichtlichkeit wegen sind die Steuerleitungen als Bündel gezeichnet. Die Ziffern an den Schrägstrichen geben die Anzahl der im Bündel enthaltenen Leitungen an. Diese Darstellungsweise ist üblich bei komplexeren Schaltungen.*

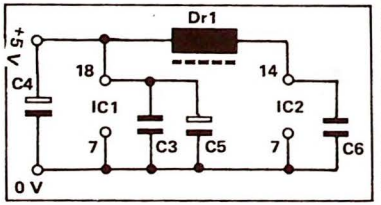


Bild 3. *Die Entkopplungsschaltung. Sie unterdrückt Schaltspitzen auf der Versorgungsleitung. Die Bauelemente sind auf dem Basisprint untergebracht.*

Zähler-Basisprint

Die Bestückung des Basisprints beginnt – O Graus für jeden eingefleischten Hobby-Elektroniker – mit der leidigen Mechanik. Die Fassungen für die acht Siebensegment-Anzeigen sind „hochbeinig" einzubauen, damit die Anzeigen später den richtigen Abstand zu der Frontplatte haben. Wegen ihrer langen Anschlußbeine wurden deshalb 24polige Wire-Wrap-Fassungen zweckentfremdet. (Wire-Wrapping ist eine Verdrahtungstechnik, bei der mit Hilfe spezieller Werkzeuge die Verbindungsleitungen zwischen den Bauelementen eines Schaltungsaufbaus um die langen Anschlußpins gewickelt werden). Da die Anzeigen auf beiden Seiten jeweils 5 Pins in einer Reihe aufweisen, und da sie bündig sitzen sollen, werden 40 Pins mit 7 Zwischenräumen benötigt. Bitte schauen Sie sich die Anordnung auf dem Print genau an, bevor Sie bei jeder Fassung die Pins 6, 12, 13 und 19 so kurz wie möglich abkneifen. Wahrscheinlich wird es Ihnen bei dem Versuch, die Fassungen in den Print einzustecken genauso ergehen, wie dem Entwickler der Schaltung. Sie passen nicht!
P.E. wollte alle Sorgfaltsregeln beachten, wählte die Rufnummer einer Firma, die Wire-Wrap-Fassungen anbot, um Auskünfte über die Abmessungen einzuholen. Dort meldete sich eine freundliche Dame, die aber auf die Frage: „Sind die Fassungen anreihbar?" keine Auskunft geben konnte. Nach Rückfrage „bei der Technik" antwortete sie dann mit „Ja". Eine Bestellung wurde losgelassen, und schon vier Tage später brachte der Postbote ein Päckchen mit den „anreihbaren" Fassungen ins Haus. Ergebnis: siehe oben! Inzwischen hat sich herausgestellt, daß es anreihbare „Präzisions-Wire-Wrap-Fassungen" mit vergoldeten Kontakten gibt, man muß

aber „nur" etwa den dreifachen Preis gegenüber den jetzt verwendeten Exemplaren bezahlen.
Da dieser Preis nicht jedem zuzumuten ist, bleibt also nur die Alternative, die Fassungen hinzufriemeln. Das geschieht mit Hilfe einer feinen Raspel; bei zwei Fassungen sind beide Schmalseiten und bei zwei weiteren Fassungen sind je eine Schmalseite soweit abzutragen, bis sie in den Print passen. Die bearbeiteten Seiten werden schön glatt, wenn man sie auf Schmirgelpapier (sehr feine Körnung) abschleift. Bei dieser Gelegenheit kann man auch gleich die aneinanderstoßenden Kanten der Siebensegmentanzeigen planschleifen. Sie sollen zwar laut Datenblatt anreihbar sein, leider hat sich aber in manchen Fällen die Preßmasse etwas gewölbt. Dann bereitet es Schwierigkeiten, die Anzeigen sauber auszurichten.
Ist alles passend, so werden die Fassungen mit dem Print verlötet, dabei soll der Abstand zwischen Unterkante Fassung und Oberkante Print etwa 7 mm betragen. Ein normaler sechskantiger Bleistift leistet beim Ausrichten der Fassungen gute Dienste, er wird in voller Länge unter die Fassungen geschoben. Das ergibt den richtigen Abstand, wenn zwei gegenüberliegende Flächen als Auflage für Print einerseits und Fassung andererseits dienen.
Ist die Fummelei mit den Anzeigen erfolgreich beendet, so werden die Drahtbrücken eingelötet. Drei davon kommen auf die Kupferseite, sie sind im Bestückungsplan mit einem ▸ bezeichnet. Die beiden rückwärtigen Brükken (unterhalb der Anzeigen) mußten auf die Rückseite, da sie auf der Oberseite die Ausrichtung der Anzeige gestört hätten. Die dritte Drahtbrücke auf der Kupferseite verbindet Punkt C des Umschalters S1 mit Punkt C der an Pin 28 von IC1 führenden Leitung. Alle Brücken auf der Kupferseite müssen mit Abstand von den Leiterbahnen angebracht sein, um keine Kurzschlüsse zu verursachen. Entweder isolierten Schaltdraht verwenden, oder, bei blankem Schaltdraht, ein Stück Isolierschlauch drüberschieben!

Stückliste

ZÄHLERPRINT

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5 %

R1	= 10	*k-Ohm*
R2	= 100	*k-Ohm*
R3	= 22	*M-Ohm*
R4	= 3,3	*k-Ohm, s. Text*
R5	= 150	*Ohm*
R6	= 68	*Ohm*

KONDENSATOREN

C1	= *4...40 pF, Trimmer, 10 mm Ø, RM 10 auf 5, vorzugsweise Folientrimmer, z.B. Valvo Kunstst.-Tr. m. grauer Kennfarbe*
C2	= *39 pF, Styroflex*
C3	= *47 nF (oder 50 nF), ker. Scheibe*
C4, C5	= *4,7 µF/15 V Tantal*
C6	= *0,1 µF, ker. Scheibe*

HALBLEITER

D1	= *LED rot (o. Fassung)*
D2	= *LED grün (m. Fassung)*
D3, D4	= *1 N 4148*
IC1	= *ICM 7216 C (Intersil)*
IC2	= *7413*
Dy1...Dy8	= *FND 507, CQY 91 A, DIS 1025*

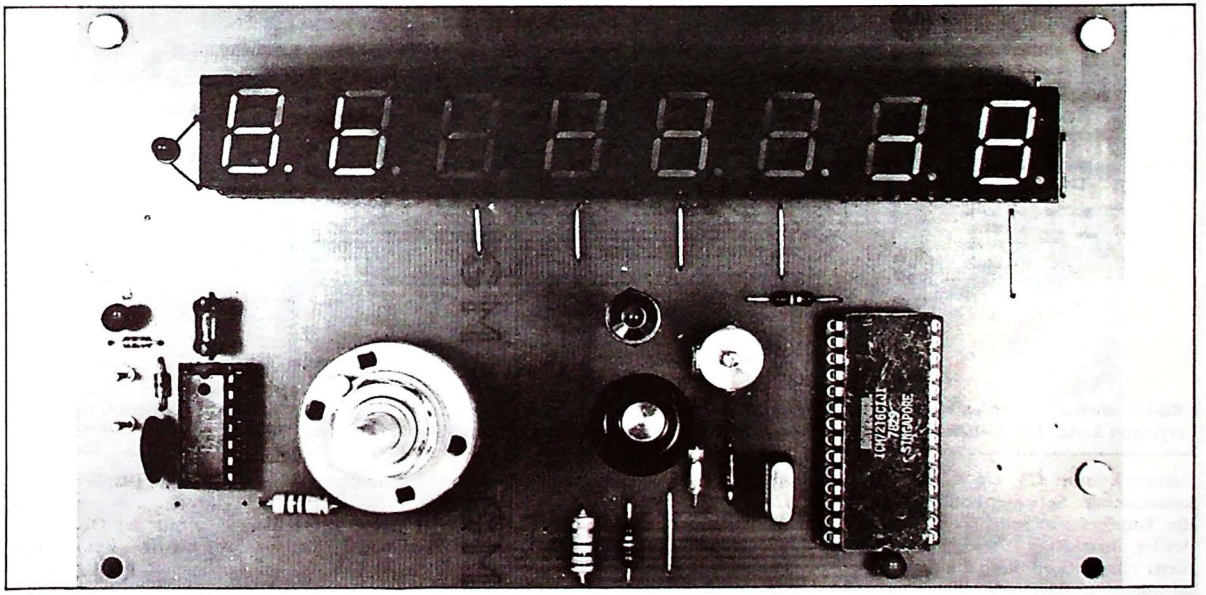
SONSTIGES

SQ1	= *Quarz 10 MHz, HC 25 U, RM 5*
S1	= *Lorlin Drehschalter, Printausf., 2 Sektoren, 6 Stellungen*
S2	= *Tastschalter (!) 1xEIN, rastend (!) jap. Modell, mit Schraubring M9x 0,75*

1 x HF-Drossel 10 µH, z.B. Toko
1 x BNC-Einbaubuchse
1 x Fassung DIL 28
1 x Fassung DIL 14
4 x Fassung 24 pol. in Wire-Wrap-Ausführung
1 x Streifen Plexigl. oder Astralon rot 25 x 140 mm
1 x Bed.-Knopf für S1
1 x Netzkabel 3x0,75, Netzstecker Schuko, Zugentlastung, Kabeldurchf. Lötöse f. Schutzerdeleiter m. pass. Schraube
1 x Gehäuse GSA Typ 8009 m. bedr. u. gebohrter Frontplatte
1 x Print nach Bild 4/5

Für die Sandwich-Bauweise erforderlich:

4 x Abstandsröhrchen 25 mm
4 x Abstandsröhrchen 15 mm
4 x Gewindestange 60 mm
4 x Gewindestange 60 mm
4 x Zyl.-Kopf-Kreuzschl.-Schraube M3 x 5
5 x Mutter M3
1 x Schraube M3 x 30



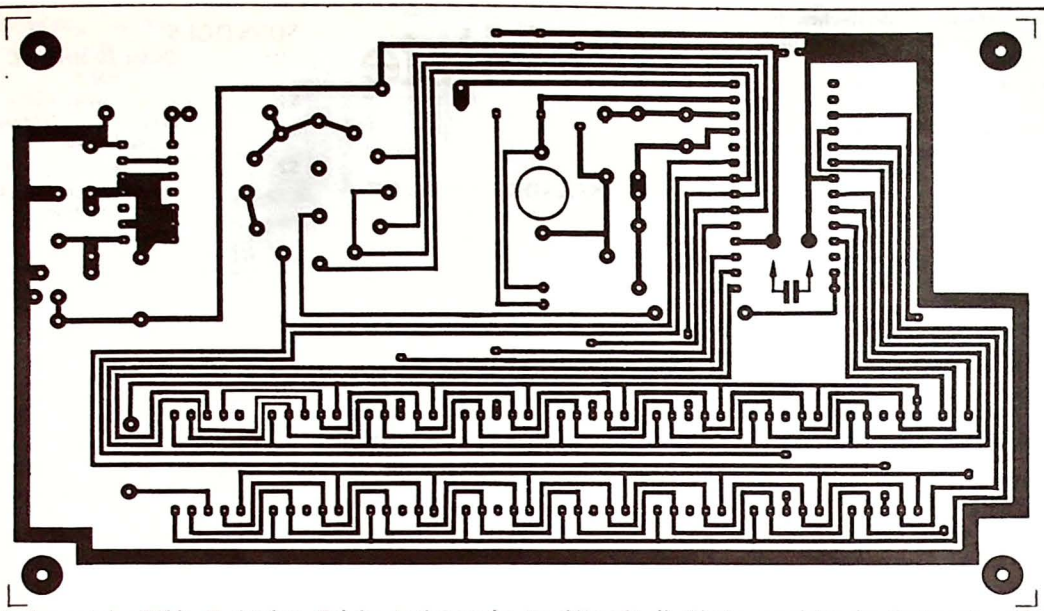


Bild 4. *Layout des Zähler-Basisprints. Bei der Auslegung der Anschlüsse für die Displays erreichte der Verbrauch an Gehirnschmalz überdurchschnittliche Werte.*

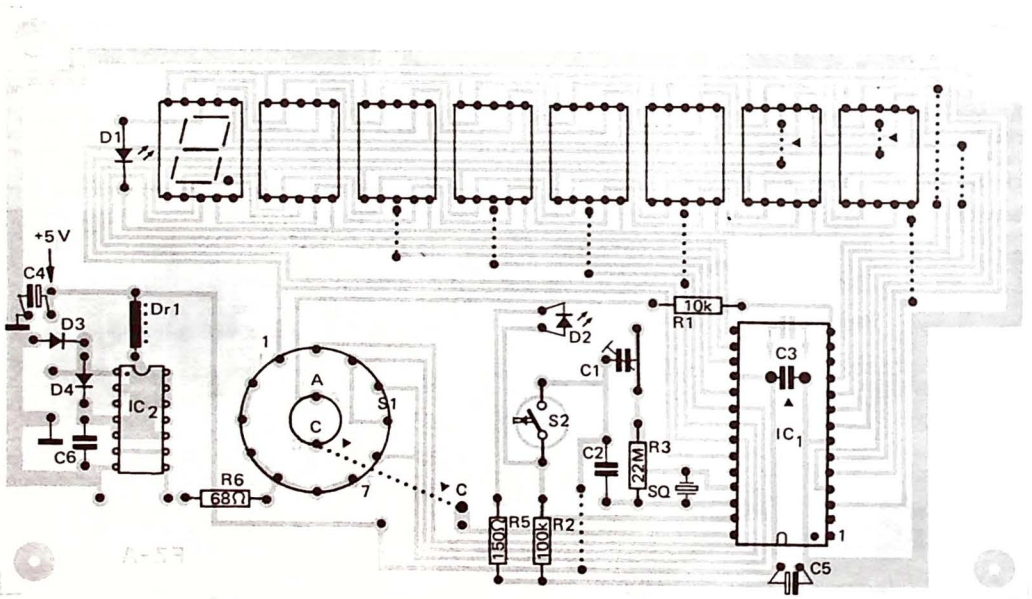


Bild 5. *Bestückungsplan des Basisprints. Die Bauelemente sind so angeordnet, daß ein reibungsloser Einbau in ein Gehäuse erfolgen kann. Die Siebensegment-Anzeigen werden deshalb „hochbeinig" auf Wire-Wrap-Fassungen montiert.*

Ferner kommt C3, ein 47 nF (50 nF) keramischer Scheibenkondensator, auf die Kupferseite, seine Position ist eindeutig markiert. Dieser Kondensator dient zur Entkopplung der Versorgungsleitungen von IC1, er soll sich so nahe wie möglich an den Anschlußpins befinden, deshalb sein Platz auf der Kupferseite. Ebenfalls auf der Kupferseite eingelötet werden die beiden Lötstifte für die Zuführung der Speisespannung (+5 V) und Masse (0 V).

Die Montage der übrigen Bauelemente einschließlich der beiden restlichen IC-Fassungen, Quarz und Schalter dürfte keine Schwierigkeiten bereiten. Der Tastschalter für die Hold-Schaltung (S2) wird provisorisch mit zwei steifen Schaltdrähten eingelötet, er kommt später auf die Frontplatte. Das gilt auch für die grüne LED (D1 mit Fassung). Die rote LED D2 für die Überlaufanzeige neben den Displays wird langbeinig eingelötet, und zwar so, daß ihre Oberkante mit der Oberkante der Displays abschließt. Bei beiden LEDs ist wiederum auf richtige Polarität zu achten, das längere Bein der grünen LED ist der Anodenanschluß, bei der roten LED kennzeichnet die abgeflachte Seite den Kathodenanschluß. Man kann sich vergewissern, wenn man die LED gegen das Licht betrach-

tet, die mehr zur Mitte liegenden Elektrode mit dem kleinen Näpfchen ist die Kathode.
Wegen der vielen, zu den Displays führenden Leitungen sind die Leiterbahnen teilweise sehr eng benachbart, daher eignet sich für die feinen Lötarbeiten nur ein Kolben mit nadelförmiger Spitze. Man muß mit großer Sorgfalt arbeiten, um keine Leiterbahnen durch Lötbrücken miteinander zu verbinden! Daher lieber nach Fertigstellung des Basisprints alles doppelt und dreifach kontrollieren. Der bestückte Zählerprint wird auf seine Funktion getestet, wenn die Stromversorgung läuft; darauf wird später noch näher eingegangen.

Stromversorgungs-Print

Das Netzteil ist für vier Ausgangsspannungen, +5 V, -5 V sowie +15 V und -15 V ausgelegt; Bild 6 zeigt die Schaltung. Alle Spannungen sind mit Hilfe dreibeiniger Festspannungsregler stabilisiert. Für die Speisung des Basisprints wird vorerst nur eine Spannung (+5 V) benötigt, die weiteren Spannungen sind für künftige Erweiterungen vorgesehen.
Das Printlayout ist aus Bild 7 ersichtlich, der Bestückungsplan ist in Bild 8 zu finden. Bei dem Netztrafo Typ 82 handelt es sich um eine Ausführung in Flachbauweise, dessen Kernbleche aus einer hochwertigen Eisensorte bestehen. Mit solchen Kernblechen lassen sich Trafos aufbauen, die bei kleinen Abmessungen eine relativ hohe Leistung aufweisen. Hervorzuheben ist das kleine Streufeld dieser Trafos, das ist auch ein Grund, weshalb die Wahl gerade auf diesen Typ fiel.
Vor Beginn der Bestückungsarbeiten sind im Netztrafo sämtlich nicht benötigten Lötstifte zu entfernen, es sind dies die Pins 1, 2, 4, 6 und 7 auf der einen Seite, sowie die Pins 8 und 14 auf der anderen Seite. Die Pins werden mit Hilfe einer Zange und unter Anwendung sanfter Gewalt aus dem Isoliermaterial der Anschlußleisten herausgezogen, dabei hilft leichtes Biegen der Pins in Richtung auf die Stirnseite der Anschlußleiste. An der Stirnseite sind auch die Ziffernbezeichnungen für die Anschlußpins zu finden. Der soweit präparierte Netztrafo wird zunächst beiseite gelegt, er ist das letzte Bauelement, mit dem der Netzteilprint bestückt wird.

Baukosten-Voranschlag
DM 255,-
mit Gehäuse

Die Bestückung des Prints beginnt mit dem Anbringen der RTM-Lötstifte (12 Stück). Es folgen die Dioden D1:..D8. Sie bilden die beiden in Bild 6 gezeichneten Brückengleichrichter. Hier können auch – abweichend von der Stückliste – Dioden der Typen 1 N 4002...4005 Verwendung finden. Wichtig ist nur die Einbaurichtung,

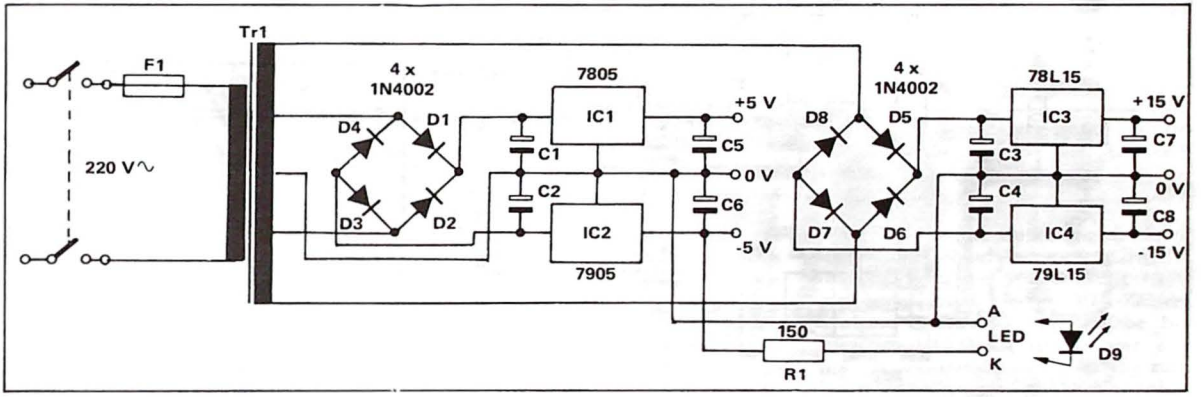
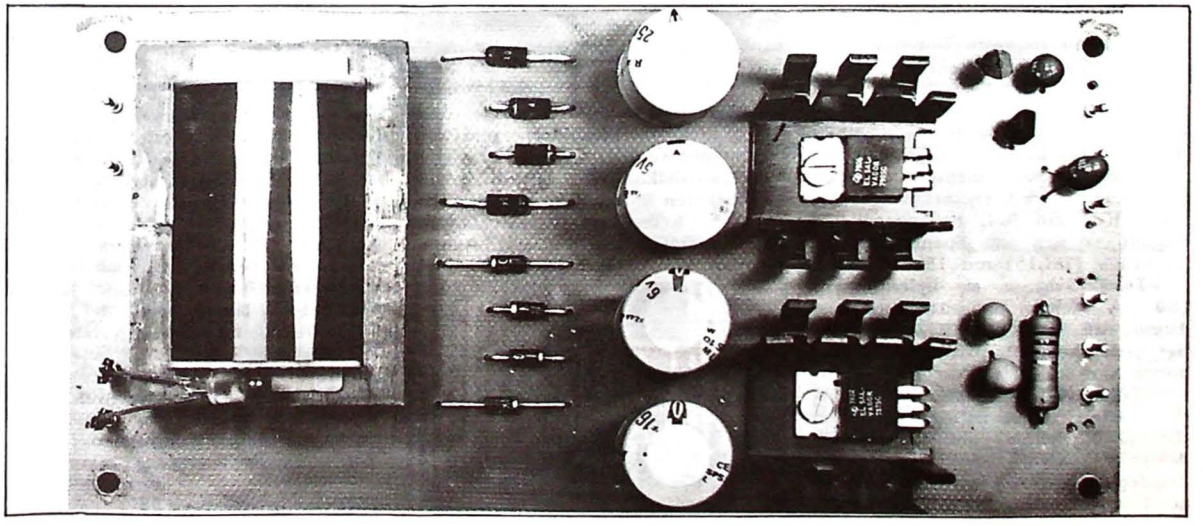


Bild 6. *Netzteil. Die Stromversorgung wurde so ausgelegt, daß auch künftige Erweiterungsschaltungen gespeist werden können.*



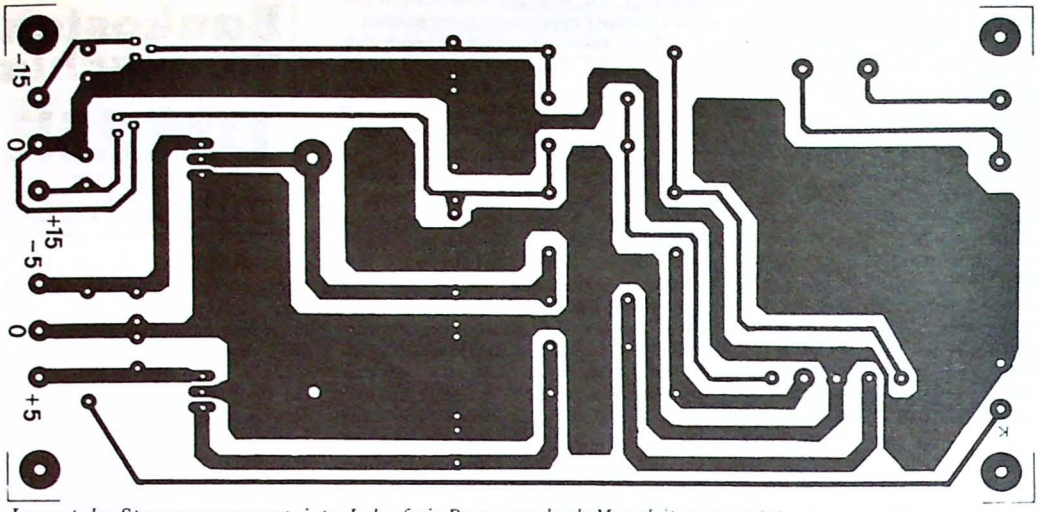


Bild 7. *Layout des Stromversorgungsprints. Jeder freie Raum wurde als Masseleitung benutzt.*

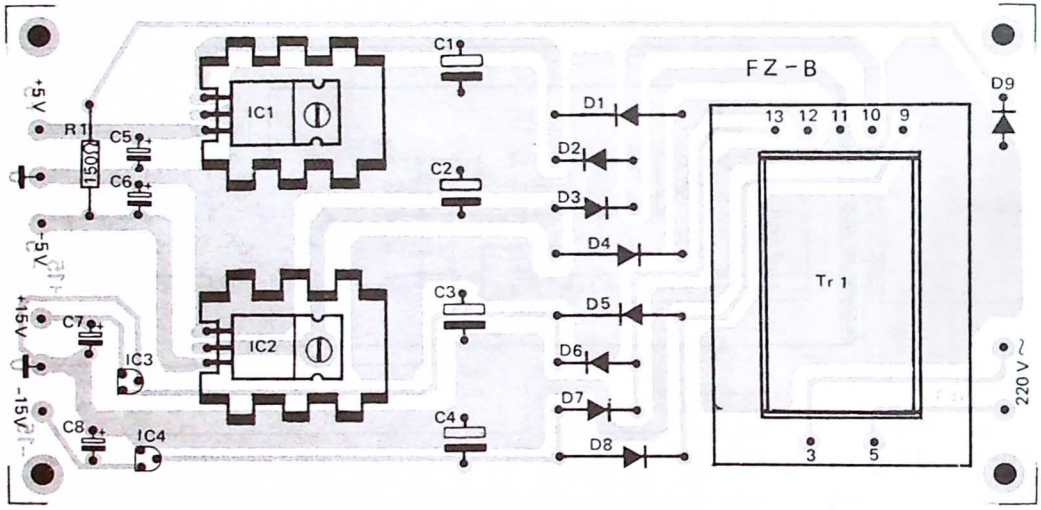


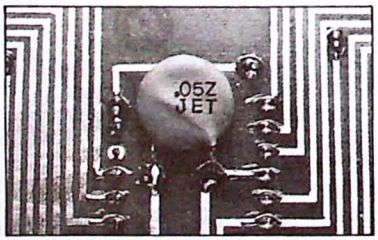
Bild 8. *Bestückungsplan für den Netzteil-Print. Netzschalter, Sicherung und Betriebsanzeige (LED-D1) sind für Gehäusemontage vorgesehen.*

der zumeist weiße oder graue Ring kennzeichnet den Kathodenanschluß, also den Strich im Diodensymbol.

Die Reihe der Bauelemente mit niedriger Bauhöhe wird ergänzt durch R1 sowie IC3 und IC4. Bei diesen ICs handelt es sich um Spannungsrgeler für +15 V (78L15) und -15 V (79L15) im TO-92-Gehäuse, sie liefern max. 100 mA. Achten Sie bitte auch hier darauf, daß das richtige IC an die richtige Stelle kommt! „Widrigenfalls" erhöhen Sie die Anzahl der umgebrachten Halbleiter um weitere zwei Exemplare. Gleiches gilt übrigens auch für IC1, (7805, +5 V) und IC2 (7905, -5 V).

Empfehlenswert ist es, diese ICs auf der Unterseite dünn (1) mit Wärmeleitpaste zu bestreichen, bevor sie ohne Isolierscheiben mit Kühlkörper und Print verschraubt werden.

Vier Tantalelkos (C5...C8) sowie ihre vier dickeren Brüder (C1...C4) sind nun an der Reihe, bevor abschließend der Netztrafo montiert wird. Achten Sie bei allen Elkos auf Einbau mit



richtiger Polarität, Tantalelkos pflegen ihr Unbehagen mit falsch angelegter Spannung zu äußern, indem sie sich als Knallerbsen betätigen. Folienelkos knallen etwas lauter, sie verspritzen zumeist auch noch eine üble Soße (Borsäure), die sich nicht gerade förderlich auf die Isolationseigenschaften des Prints auswirken. Da C1...C4 je nach Fabrikat mit RM 5 oder RM 7,5 geliefert werden, sind auf dem Netzteilprint Bohrungen für beide Rastermaße vorgesehen.

Abschließend wird der Netztrafo montiert.

Nach gründlicher Kontrolle des Prints kann nunmehr die Prüfung beginnen.

Fortsetzung siehe Seite 38

Prüfgenerator für Eilige

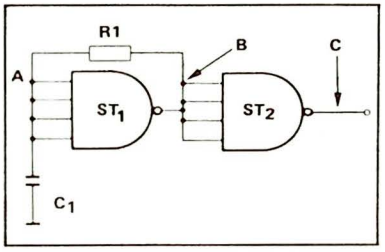


Bild 1. *Das Prinzipschaltbild des Prüfgenerators zeigt zwei in Serie geschaltete Schmitt-Trigger, sie sind in dem IC 7413 enthalten. Der erste ST arbeitet als Oszillator, dessen Ausgangsimpulse der zweite ST TTL-gerecht formt.*

Mit dem TTL-Schmitt-Trigger-IC 7413 läßt sich sehr schnell unter Verwendung nur weniger Bauelemente ein einfacher Prüfgenerator aufbauen. Wohlgemerkt, der freilaufende Oszillator eignet sich nur für Prüfzwecke, da er keine hohen Anforderungen hinsichtlich der Frequenzkonstanz erfüllen kann.

Das Prinzip des Oszillators ist aus Bild 1 ersichtlich. Ist der Ausgangszustand von St1 = H, so wird C1 über R1 geladen. Erreicht die Spannung an C1 die Triggerschwelle von St1, so kippt sein Ausgang auf L; der Kondensator entlädt sich nun, bis seine Spannung unter die Schwelle abgesunken ist.

In Bild 1 ist ein weiterer Schmitt-Trigger angegeben (ST2), er stellt die zweite Hälfte des 7413 dar. ST2 dient nur zur Impulsformung. Die Impulsformen an den Punkten A, B und C in Bild 1 sind in Bild 2 idealisiert dargestellt.

Bild 3 zeigt die externe Beschaltung des 7413, C2 dient zur Entkopplung der Speisespannung.

Der Prüfgenerator läßt sich schnell auf einer Lochrasterplatte aufbauen. Wenn man für die Anschlüsse von C1 zwei Lötstifte vorsieht, lassen sich beliebig viele Ausgangsfrequenzen erzeugen. Die Werte von C1 für die gewünschte Frequenz sind aus dem Diagramm Bild 4 zu entnehmen. Die Frequenzen stimmen allerdings nur annähernd; je nach Fabrikat des ICs sowie Toleranz und Güte von C1 können sich abweichende Werte ergeben. Die ausgewählten Kondensatoren werden mit Steckschuhen versehen, so daß man sie schnell auswechseln kann.

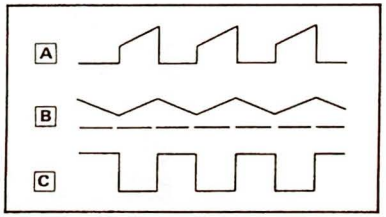


Bild 2: *Impulsformen an den Punkten A, B und C der Schaltung nach Bild 1.*

Bei Versuchen mit dem 10 MHz-Zähler erzeugte der Prüfgenerator (C1 = 100 pF) mit dem „besten" IC maximal 10,843724 MHz.

P.E. verwendete bei weiteren Versuchen Kondensatoren mit den Werten

100 pF	≈	10,7 MHz
220 pF	≈	7,4 MHz
2,2 nF	≈	990 kHz
22 nF	≈	100 kHz
0,22 µF	≈	11 kHz
2,2 µF (Tantal)	≈	1 kHz

Die damit erzielten Frequenzen sind neben den Kondensatorwerten angegeben. Diese Werte können bis zu 20% (und mehr) streuen, da Toleranz und Güte der verwendeten Kondensatoren die Oszillatorfrequenz beeinflussen.

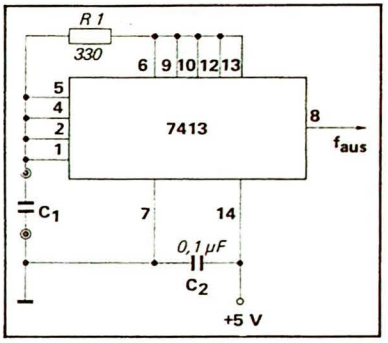


Bild 3. *Die Beschaltung des 7413 mit externen Bauelementen; der Aufwand ist minimal.*

Wenn man für die Zuführung der Speisespannung ebenfalls zwei Lötstifte vorsieht, kann die Speisung mit +5 V aus dem Netzteil des 10 MHz-Zählers erfolgen, der in dieser Ausgabe beschrieben ist. Dann ist nur eine einzige gemeinsame Masseverbindung zum Zähler erforderlich. Zwei Verbindungen sind nicht zulässig, weil dann Masseschleifen entstehen, welche die Funktion des Zählers nachteilig beeinflussen können.

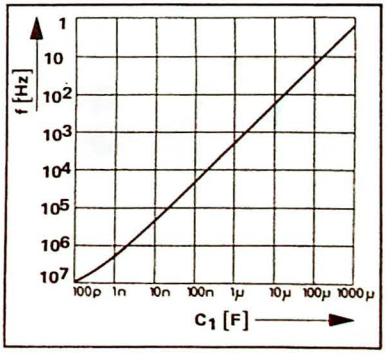
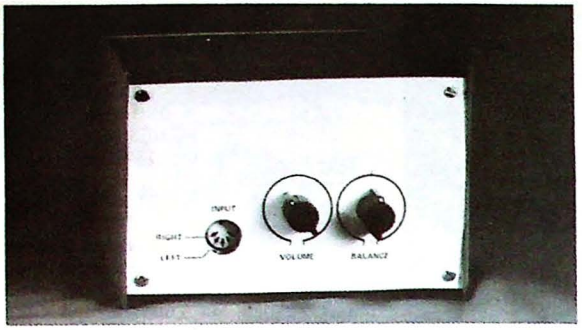


Bild 4: *Aus dem Diagramm läßt sich ablesen, welcher Wert von C1 erforderlich ist, um (ungefähr) die gewünschte Oszillatorfrequenz einzustellen.*

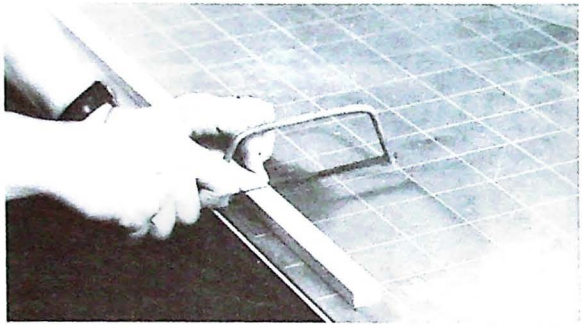


Gehäuse selbst machen aus Printmaterial

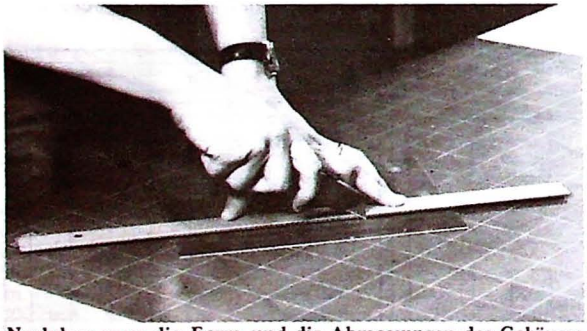
Es gibt sie, die universellen Hobby-Elektroniker, die auch an der Herstellung eines schönen Gehäuses Spaß haben und solche Sachen auch machen. Den meisten ist schon der Gedanke an ein Gehäuse ein Greuel, und wenn es darauf ankommt, bleibt eine Schaltung notfalls zeitlebens im Freien stehen. Aluminium sägen, biegen, verschrauben, feilen, lackieren oder bekleben - das ist nicht elektronisch genug. Außerdem ist Alu teuer. Was es oft ganz billig gibt, sind größere Stücke Printmaterial, Zuschneide-Abfall von der Industrie, meist Print-Herstellern.

Dieser Fotoreport zeigt, wie man mit dem Printmaterial sehr preiswerte Gehäuse machen kann, wenn man sich die Zeit dafür nimmt. An Werkzeug wird benötigt: ein Teppichmesser, eine Metallatte, eine kräftige Zange, Schmirgelpapier, eine kleine Säge, einige Feilen und natürlich eine Bohrmaschine mit Bohrern, alles Sachen, die heute schon vielfach zur Ausstattung eines Haushaltes gehören.

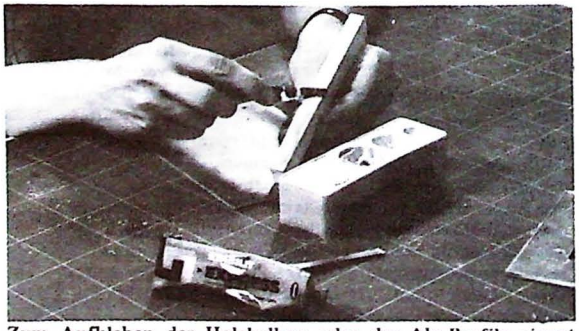
Die gekerbte Platte wird mit der Schnittlinie auf die Kante des *Arbeitstisches gelegt, und zwar so, daß das Abfallmaterial über den Tischrand hinausragt. Es wird mit einer Zange unter vorsichtigem Hin- und Herbiegen abgebrochen. Will man das abzubrechende Stück nicht beschädigen, so muß man die Backen der Zange vorher mit Isolierband abkleben. Am besten beginnt man am Rand der Platte. Nach einigem Biegen hört man die Printplatte brechen. Dann setzt man die Zange einige Zentimeter weiter an. Kerzengerade Kanten sind das Ergebnis.*



Die Stützbalken, die später das Gehäuse in Form halten, kön- *nen aus Holzlatten 10 x 20 mm hergestellt werden. Sie müssen dieselbe Länge haben wie die Gehäuseteile, zu denen sie parallel verlaufen. Ebenfalls geeignet ist ein L-Profil aus Aluminium. Die zum Kleben zur Verfügung stehende Fläche ist dann ebenso groß, aber das Gehäusevolumen kann voll genutzt werden. Bei dieser Verbindung zwischen den Seitenteilen, Deckel und Boden muß man allerdings für die Befestigung von Frontplatte und Rückwand eine andere Lösung finden.*

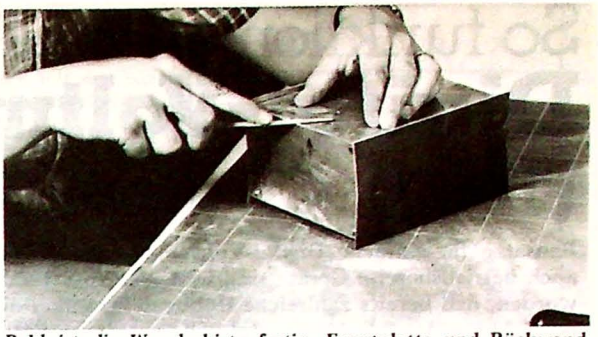


Nachdem man die Form und die Abmessungen des Gehäuses *in einer Skizze festgelegt hat, kann es losgehen. Auf dem rohen Printmaterial werden die Gehäuseteile aufgezeichnet. Die Abmessungen müssen genau stimmen, damit es nachher keine Probleme gibt. Entlang der Kanten kerbt man das Material mit einem Teppichmesser (Stanley-Messer) kräftig ein; als Anlage empfiehlt sich eine Stahllatte. Die Kerbe muß ca. 0,5 mm tief werden. Anschließend dreht man die Printplatte und bringt auf der Rückseite ebenfalls die Messerkerben an.*

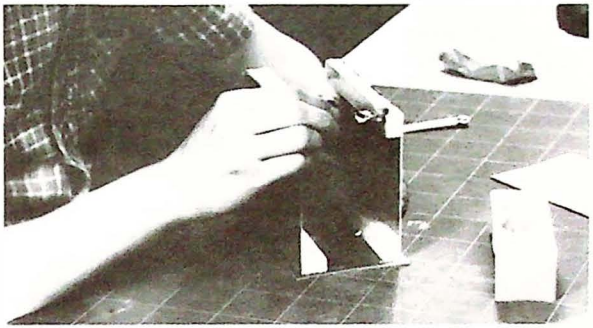


Zum Aufkleben der Holzbalken oder der Alu-Profile eignet *sich ein Zweikomponentenkleber auf Araldit-Basis. Im Labor wurde ein Kleber mit einer Aushärtezeit von 20 Minuten verwendet, er kann nach dem Mischen der Komponenten ca. 8 Minuten verarbeitet werden. Um den Kleber im Foto erkennbar zu machen, wurde dick aufgetragen. Besser ist weniger, denn dann ist die Festigkeit der Klebestelle höher. Es empfiehlt sich, die glatte Oberfläche des Printmaterials vor dem Auftragen des Klebers aufzurauhen.*

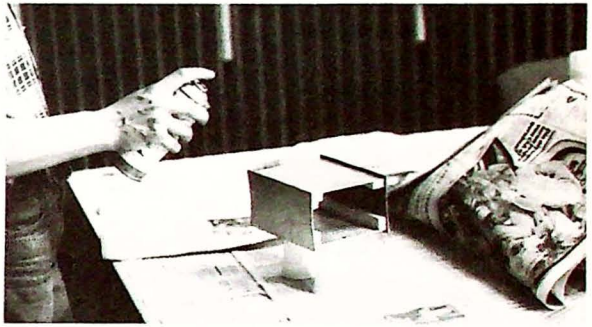
Nach dem Aushärten des Klebers – man sollte sicherheitshalber etwas Zeit zugeben – geht es an die Weiterverarbeitung: *Der an den Klebestellen beim Pressen der Teile herausgetretene Kleber wird entfernt, mit einer Feile und mit Schmirgelpapier glättet man Kanten und Flächen. Wie das Foto zeigt, kann man – im Gegensatz zur normalen Verfahrensweise – das Werkstück über die Schmirgelfläche führen. Größere Hohlräume zwischen Printplatte und Balken können mit Kleber oder anderem, geeignetem Material aufgefüllt werden.*



Bald ist die Wunderkiste fertig. Frontplatte und Rückwand *werden provisorisch angeschraubt, um das Säubern der Kanten vornehmen zu können. Überstehende Kanten feilt man ab. Auf diesem Foto ist zu sehen, daß die Bohrungen noch nicht vorhanden sind. Sie müssen ebenso wie die Löcher in anderen Gehäuseteilen vorher eingebracht werden. In den anderen Gehäuseteilen können Bohrungen für Printbefestigung, Trafos, Zugentlastungen, Gummifüßchen, größere Elkos usw. erforderlich sein.*

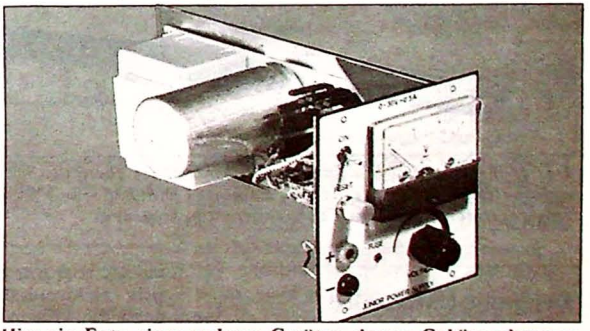


Für Seitenteile, Deckel und Boden des Gehäuses stehen nun *je zwei Platten ohne und mit Befestigungsbalken zur Verfügung. Mit dem bereits erwähnten Kleber werden diese vier Gehäuseteile jetzt verbunden, auch hier sollte man die glatten Flächen des Printmaterials vorher aufrauhen. Bei dem als Beispiel für diesen Artikel gewählten Gehäuse (Monitorverstärker, P.E. Heft 12/78) stehen die beiden Seitenteile an allen vier Kanten einige Millimeter über, so daß sie auch als Füße für das Gehäuse dienen.*



Der letzte Akt: das Lackieren. Am bequemsten, umd immer *eine saubere Sache, ist Lack aus der Sprühdose, allerdings ist Sprühlack teuer. Matte Lacke genießen nach unserer Erfahrung den Vorzug. Sie trocknen schneller, außerdem hat man weniger Ärger mit störendem Staub. Es ist sehr wichtig, das Gehäuse vor dem Lackieren gründlich zu reinigen, z.B. mit Spülmittel. Anschließend das Spülmittel gut abwaschen und das Gehäuse staubfrei trocknen. An Stellen, die noch nicht fettfrei oder noch naß sind, haftet der Lack nicht.*

Für die Herstellung von Frontplatte und Rückwand gilt das *bereits beschriebene Verfahren: maßstäblich aufzeichnen, Brechkanten beidseitig einkerben, brechen, Kanten säubern. Selbstverständlich müssen in diese Flächenteile die diversen Bohrungen und Durchbrüche vor dem Zusammenbau eingebracht werden, nicht nur die vier Befestigungslöcher in den Ecken, sondern auch die Löcher für Bedienungselemente, Kabeldurchführungen und eventuell für die Befestigung des Prints. Frontplatte und Rückwand werden angeschraubt.*



Hier ein Foto eines anderen Gerätes, dessen Gehäuseelemente *ebenfalls aus Printmaterial bestehen. Allerdings wurde hier ein anderes Verfahren für die Befestigung der Teilflächen untereinander angewandt: Dort, wo zwei Kupferflächen einen Winkel bilden, sind die Teile miteinander verlötet. Bei diesem Verfahren spart man viel Zeit, aber es läßt sich leider nur auf kleinere Gehäuse anwenden. Will man diese Methode probieren, so empfiehlt sich zweiseitig kupferkaschiertes Printmaterial, man kann sich dann die Seite aussuchen, auf der man löten will.*

So funktioniert das!
Digital-Voltmeter (Teil 1)

Bausätze für einfache Digital-Voltmeter oder Digital-Multimeter, aber auch betriebsbereite Geräte sind in den letzten Jahren so preiswert geworden, daß bereits zahlreiche Hobbyelektroniker digital messen. Auch im Rahmen der P.E.-Meßmodul-Serie wurde bereits ein DVM beschrieben. In allen Fällen sind es ICs, die den größten Teil der Elektronik enthalten und so den Selbstbau überhaupt erst möglich machen. Die Elektronik eines DVM-ICs Stufe für Stufe zu beschreiben, würde mehrere Ausgaben in Anspruch nehmen und wäre nicht sinnvoll, weil es mehrere gängige Verfahren gibt, aus einer Meßspannung Steuerimpulse für eine digitale Anzeige zu gewinnen. Wichtig sind gerade die verschiedenen Meßverfahren, die es schon wegen der dabei angewandten Kniffe wert sind, daß sie einmal in einfacher, leicht verständlicher Form dargestellt werden. Dem Beitrag sind einige Fotos von im Handel erhältlichen DVMs beigefügt, so daß auch eine gewisse Marktübersicht gegeben ist und man sich andererseits einen Eindruck der verschiedenartigen „Designs" verschaffen kann.

Das größere Digital-Multimeter von Sinclair ist ebenfalls 3 1/2 stellig und hat eine automatische Polaritätsanzeige. Es kostet DM 298,- und ist wie alle in diesem Beitrag gezeigten Geräte im Fachhandel zu bekommen.

Das Digital-Multimeter (ohne Wechselstrommessung) PDM 35 von Sinclair im Taschenrechner-Look kostet DM 198,-

Der große Unterschied

Obwohl man heute den digitalen Zeit- oder Meßwertanzeigen auf Schritt und Tritt begegnet, haben sie wenig von ihrer Faszination verloren. Das treue, für Wissenschaft und Technik so verdienstvolle Vielfachinstrument rostet still vor sich hin. Das Besondere an der digitalen Darstellungsweise von Meßwerten ist aber nur darin zu sehen, daß sie sich elektronisch verwirklichen läßt, denn das Prinzip ist so alt wie das Messen oder besser: wie das Rechnen. Man mag den Unterschied zwischen den digitalen und der analogen Darstellungsweise von Meßwerten für mehr oder weniger groß halten: Neu ist er nicht, wie der nächste Abschnitt belegt.

Jede Größe (z.B. Länge, Gewicht, elektrische Spannung) besteht aus einer Maßeinheit (Meter, Gramm, Volt) und der Anzahl dieser Maßeinheiten, also z.B. 11 m, 100 g, 4,5 V. Die jeweilige Maßzahl bezieht sich immer auf den Zahlenstrahl, der bei Null anfängt und sich zu positiven oder zu positiven und negativen Werten hin bis Unendlich erstreckt (der Pfeil an den Achsenden in grafischen Darstellungen deutet dies an). Die Maßzahl mißt auf diesem Zahlenstrahl eine bestimmte Strecke ab, deren eines Ende immer mit dem Startpunkt Null des Strahls zusammenfällt.

Der Zeiger eines Vielfachmeßinstrumentes tut genau dasselbe: Er mißt auf dem meist zu einem Kreisbogen geformten Zahlenstrahl, der Skala, eine der Maßzahl des Meßwertes entsprechende Strekke ab. Daher die Bezeichnung „analog" für diese Art der Meßwertdarstellung.

Kommt nun einer, liest das Instrument an ab und schreibt 3,568, so bedient er sich der digitalen Darstellungsweise für dieselbe Meßgröße, die das Zeigerinstrument angibt. Allerdings wird dabei nicht das zweiwertige (binäre) Ziffernsystem mit L und H benutzt, sondern das zehnwertige (dezimale) mit den Ziffern 0...9.

Ein digital anzeigendes Meßgerät zeigt die Zahlenfolge 3,568 unmittelbar an, und zwar komplett mit Komma. Jetzt erst kommt „der große Unterschied": Der digital angezeigte Meßwert ist (in der Regel) richtig, der analog gemessene ist falsch, weil er eine Meßgenauigkeit vortäuscht, die das Zeigerinstrument nicht haben kann. Es hat eine Grundgenauigkeit von bestenfalls 1,5 %, die Elektronik eines digitalen Meßgerätes

kann tatsächlich viel genauer messen, wenn sie entsprechend ausgeführt ist. Die Anzahl der Ziffernstellen in der digitalen Anzeige wird der Genauigkeit des elektronischen „Meßwerks" angepaßt, damit auch die Anzeige „genau genug" ist.
Das digitale Instrument hat einen weiteren Vorteil: Es läßt die üblichen Ablesefehler nicht zu, und Ermüdungserscheinungen beim Beobachten und Ablesen beeinflussen nicht die Meßergebnisse. Lediglich bei dynamischen Vorgängen, die durch eine ständige Änderung des Meßwertes gekennzeichnet sind, kann das Zeigerinstrument gelegentlich im Vorteil sein; dann geht es jedoch weniger ums Messen als ums Beobachten.
Unabhängig von der Größenart, auf die man ein Vielfachinstrument eingestellt hat (Spannung, Strom oder Widerstand), ist es immer der durch das Meßwerk fließende Strom, der die Meßspule und damit den Zeiger auslenkt. Beim Digitalvoltmeter reagiert der Eingang des elektronischen Meßwerks immer auf eine Spannung, auch in den Meßbereichen Strom und Widerstand. Deshalb ist zunächst zu zeigen, wie aus einer Gleichspannung die Impulse und Spannungen erzeugt werden, die eine Ziffernanzeige (richtig) steuern können.
Übrigens kann man auch mit den nur als Streckenmaßen vorliegenden Größen unmittelbar rechnen; der Rechenschieber ist hierfür ein Beispiel. Und sogar elektronisch geht es im Prinzip, z.B. so, daß man mit Potentiometern bestimmte Spannungen einstellt, die dann addiert oder subtrahiert werden. Diese Verfahren müssen jedoch ungenau bleiben und sind in der Praxis nicht tauglich.

Wichtige Funktionsgruppen in DVMs

Zunächst werden einige Funktionsgruppen vorgestellt, die nicht zum jeweiligen Meßprinzip eines DVMs gehören, also nicht unmittelbar mit der Umsetzung einer Gleichspannung in digitale Signale zu tun haben, sondern eher als „unverzichtbare Hilfsschaltungen" aufzufassen sind.
Bild zwei zeigt einen Rechteckgenerator und die Spannung, die er erzeugt. Wenn er in Betrieb ist, springt der Ausgang ständig zwischen zwei Potentialen hin und her. Je kürzer, steiler oder „senkrechter" die Sprünge und je gerader das Impulsdach und die Fußlinie sind, um so besser bzw. „sauberer" ist der Rechteckimpuls. Beim idealen Rechteckimpuls sind die Frequenz, das Impuls/Pausen-Verhältnis (Duty Cycle) und die Amplitude die wichtigsten Eigenschaften.
Ebenfalls im Zusammenhang mit einem Digitalvoltmeter muß der Impulszähler erwähnt werden; das geschieht hier nur kurz, weil in mehereren früheren P.E.-Beiträgen Zählerbausteine ausführlich besprochen wurden.
Der Impulszähler ist ein Baustein mit einem Eingang und mehreren Ausgängen. Die Ausgänge sind mit D,C,B und A bezeichnet und in Vierergruppen zusammengefaßt. An den vier Ausgängen D..A erscheinen digitale Signale derart, daß von den 16 möglichen Kombinationen nur 10 verschiedene auftreten; jede dieser Kombinationen kennzeichnet eindeutig eine der Zahlen 0...9. Die übliche Zuordnung zwischen den digitalen Signalen und den Zahlen ist der sogenannte BCD-Code (binär codierte Dezimalen).
Welche der zehn Kombinationen des BCD-Codes an einem Ausgang anzutreffen ist, hängt davon ab, wieviel Impulse der Zähler bereits verarbeitet hat. Solange der Zähler noch keinen Impuls gezählt hat, sind alle Ausgänge auf der Spannung Null, dieser Zustand wird als L bezeichnet (L von low). Nach dem ersten Zählimpuls geht der Ausgang A auf positive Spannung (H von high). Beim zweiten Impuls geht Ausgang B auf H, Ausgang A wird wieder L. Nach dem dritten Zählimpuls sind zwei Ausgänge auf H, nämlich A und B.
Bild 4 zeigt die Tabelle für den BCD-Code. Es finden sich in den ersten vier Zeilen die soeben angesprochenen Beispiele.
Betrachtet man nun noch einmal Bild 3, so zeigen sich drei Gruppen dieser BCD-Ausgänge. Jede Gruppe ist für ei-

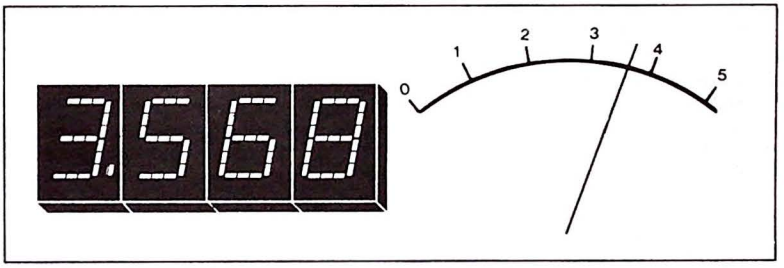


Bild 1. *Zum Unterschied zwischen einer digitalen Meßwertanzeige (links) und einer analogen Anzeige. Ablesefehler sind bei der digitalen Anzeige ausgeschlossen.*

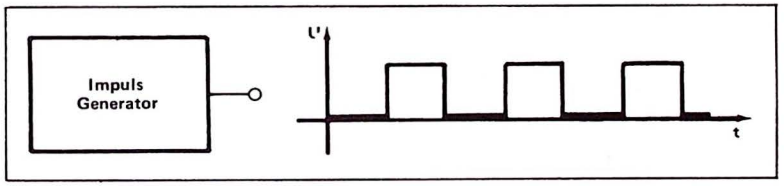


Bild 2. *Ein Rechteckimpuls-Generator. Er erzeugt eine Impulsspannung, die durch regelmäßige, steile Sprünge zwischen zwei Spannungspegeln definiert ist.*

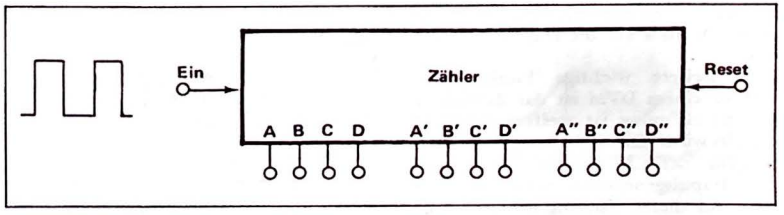


Bild 3. *An den Ausgängen eines Zählers stehen in digitaler Form Informationen über den momentanen Zählerinhalt; das ist die Anzahl der registrierten Eingangsimpulse.*

	D	C	B	A
0	L	L	L	L
1	L	L	L	H
2	L	L	H	L
3	L	L	H	H
4	L	H	L	L
5	L	H	L	H
6	L	H	H	L
7	L	H	H	H
8	H	L	L	L
9	H	L	L	H

Bild 4. *Beim BCD-Code sind den Ziffern 0...9 bestimmte, vierstellige Kombinationen aus L- und H-Signalen zugeordnet.*

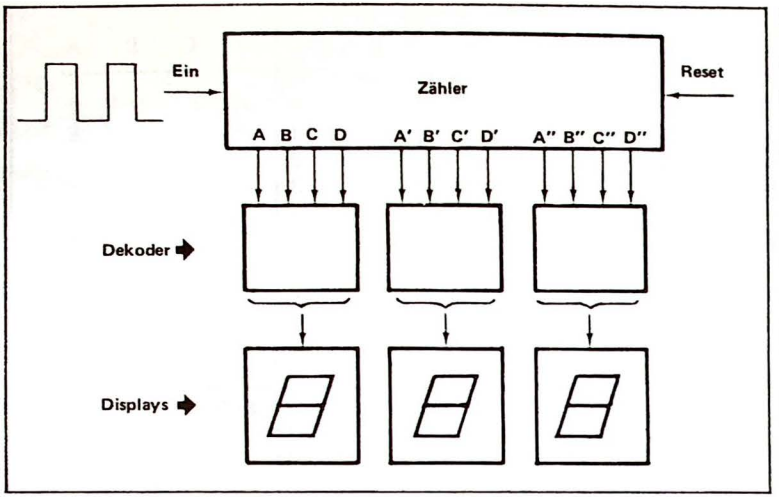


Bild 5: *Soll der Zählerinhalt über Ziffernanzeige-Elemente sichtbar gemacht werden, so sind Umkodierer erforderlich, die allgemein als Dekoder bezeichnet werden.*

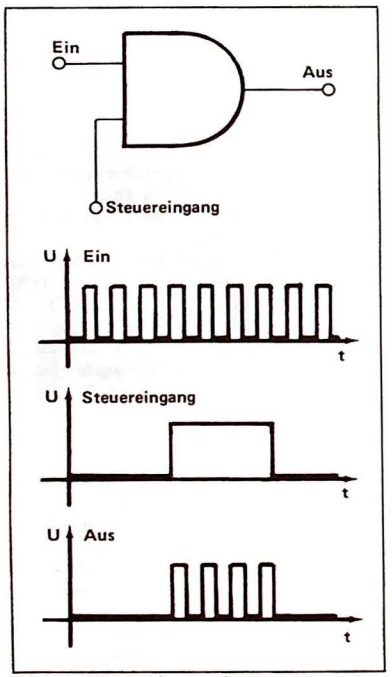


Bild 6. *Das Zählgatter läßt nur dann Impulse passieren, wenn sein Steuereingang auf einem bestimmten Logik-Pegel liegt; bei der Spannung Null (log. L) ist das Tor zu.*

ne Dezimale zuständig, der Zähler kann demnach bis 999 zählen.

Jetzt wird auch die Bezeichnung BCD vollständig klar: binär (zweiwertig, nämlich mit den Zuständen L und H) codierte Dezimalstellen. Wenn die Ausgänge D...A die Hunderterstelle, die Ausgänge D' ...A' die Zehnerstelle und die Ausgänge D'' ...A'' die Einerstelle bilden, kann man anhand der Tabelle Bild 4 für die folgende Zustandskombination die entsprechende Zahl in dezimaler Schreibweise ermitteln:

D = L, C = L, B = H, A = L
D' = L, C' = L, B' = H, A' = H
D'' = L, C'' = H, B'' = L, A'' = L

(Das Ergebnis muß lauten: 234 Impulse gezählt).

Die Darstellung in Bild 3 zeigt noch einen zweiten Eingang für das Reset, das Löschen des Zählerinhaltes. Legt man an diesen Eingang eine positive Spannung (H), so gehen alle Zählerausgänge auf Null (L).

Von jeder Dezimalstelle D...A muß eine Ziffernanzeige gesteuert werden, wenn der Zählerinhalt zur Anzeige gebracht werden soll. Das geht nicht ohne weiteres, denn es gibt keine unmittelbare Zuordnung zwischen Zählerausgängen und Anzeigeeingängen.

Deshalb ist ein Dekoder erforderlich, der die erforderliche Zuordnung vornimmt. Sollen Siebensegmet-Anzeigen verwendet werden, so ist ein BCD-Siebensegment-Dekoder zu verwenden. Bild 5 zeigt einen solchen vollständigen Zähler. Um den Zählerinhalt in Erfahrung zu bringen, braucht man nicht mehr die Spannungen an den Ausgängen des Zählers zu messen, vielmehr genügt es, einen Blick auf die Displays zu werfen.

Eine weitere wichtige Funktionseinheit in einem DVM ist das Zählgatter. Die Bezeichnung ist treffend, wie sich zeigen wird. Die Schaltung hat einen Eingang, der z.B. mit dem Ausgang eines Impulsgenerators verbunden ist, d.h., auf diesen Eingang gelangen fortlaufend Impulse. Von der Spannung an dem zweiten Eingang des Zählgatters, dem Steuereingang, hängt es ab, ob die Impulse zum Ausgang des Gatters gelangen, oder ob der Gatterausgang „ruhig" ist. Ist die Spannung am Steuereingang H, so ist das Gatter offen; die Impulse, die auf den Eingang gegeben werden, erscheinen auch am Ausgang, und ein nachfolgender Zähler hat etwas zu tun. Bei L am Steuereingang ist der Weg vom Eingang zum Ausgang „vergattert", die Impulse werden nicht weitergegeben.

Die grafischen Darstellungen in Bild 6 machen die Zusammenhänge ganz deutlich.

Ein Digitalvoltmeter hat nicht nur eine digitale Meßwertanzeige, sondern verarbeitet ab einem gewissen Punkt in seiner Schaltung den Meßwert digital. Das bedeutet: Beobachtet man die Spannung in diesem zweiten Teil eines DVM, so stellt man fest, daß es nur zwei Werte gibt, nämlich L (null Volt) und H (eine bestimmte positive Spannung). Beobachtet man ausreichend lange, so stellt man fest, daß die Spannung zwischen diesen Zuständen wechselt. Die Meßwertinformation kann demnach nicht in der Spannung stecken, sondern muß in der Dauer und der Folgefrequenz der Impulse codiert sein. Diese Art der Meßwertverarbeitung wird als digital bezeichnet.

Die Schnittstelle zwischen dem vorderen Teil eines DVM, der analog arbeitet, und dem zweiten, digitalen Teil heißt konsequent: A/D-Wandler.

Einige Schaltungsgruppen aus dem digitalen Teil wurden bereits besprochen. Aber es gibt auch analoge „Hilfsschaltungen", z.B. den Sägezahn-Generator. Bild 7 zeigt die Ausgangsspannung eines solchen Generators.

Zu den eingezeichneten Zeitpunkten t1, t2 z usw. ist die Ausgangsspannung Null. Zwischen diesen Zeitpunkten steigt die Ausgangsspannung stetig, d.h. „nicht in Sprüngen" auf einen bestimmten maxi-

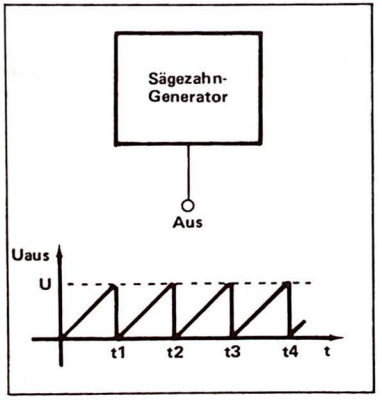
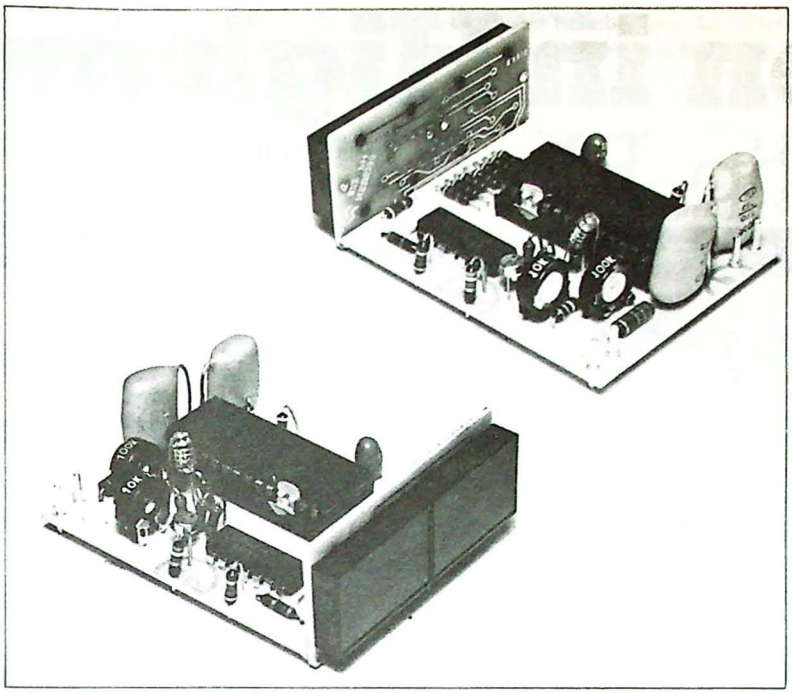


Bild 7. *Ein Sägezahngenerator erzeugt eine stetig steigende Spannung, die bei Erreichen eines bestimmten Wertes schlagartig auf Null zurückspringt.*



Ein sogenanntes Panel-Meter; ein DVM als digitales Einbau-Meßinstrument. Das in den Fotos gezeigte DPM 511 (Fabr. Schwille) ist ein 3 1/2 stelliges DVM, es kostet DM 64,50. Ganz schön preiswert, aber es hat keine eigene Stromversorgung. Meist kann es natürlich aus dem Gerät gespeist werden, in das es eingebaut wird (5 V oder 6 V stabilisiert). Das Grundmodell wird abgeglichen geliefert, Neuabgleich ist nur erforderlich, wenn man Widerstandswerte ändert, um andere Meßbereiche zu erhalten.

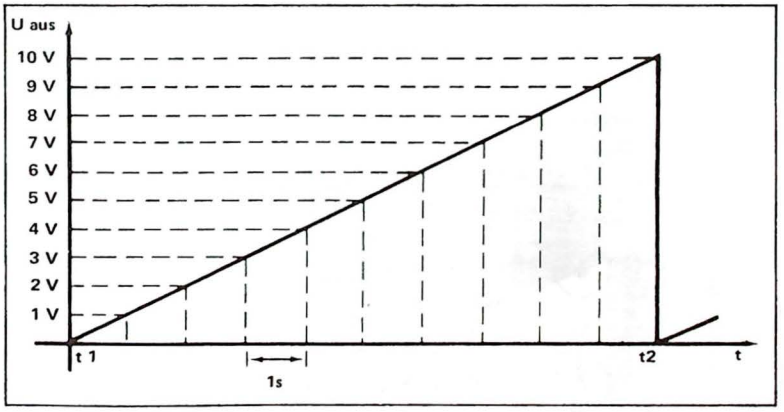


Bild 8. *Was man unter einem linearen Sägezahn versteht, soll dieses Bild deutlich machen. In gleichen Zeiteinheiten steigt die Spannung um gleiche Beträge an.*

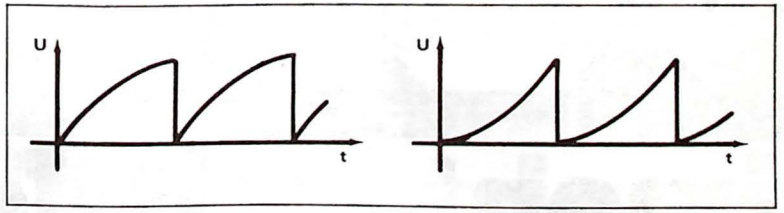


Bild 9: *Zwei Beispiele für nicht lineare Sägezahnspannungen. Solche „Kurven" sind manchmal brauchbar, aber nicht in einem DVM.*

malen Wert U an, dann erfolgt ein steiler Sprung nach Null, und das Spiel wiederholt sich.

Ein wichtiges Merkmal einer Sägezahnspannung ist die Linearität des Anstiegs zwischen Null und U. Was mit Linearität gemeint ist, erläutert Bild 8, bei dem es sich um eine vergrößerte Darstellung der Kurve in Bild 7 handelt. Es wird angenommen, daß die Zeitspanne zwischen t1 und t2 genau 10 Sekunden beträgt. In dieser Zeit steigt die Ausgangsspannung des Generators von Null auf (im Beispiel) 10 Volt an. Teilt man die Zeitachse in zehn gleiche Teile zu je 1 Sekunde und stellt fest, daß die Spannung in jeder Sekunde um denselben Betrag ansteigt (das muß natürlich jeweils 1 Volt sein), so bezeichnet man den Sägezahn als „linear".

Wie nichtlineare Sägezahnspannungen aussehen können, zeigt Bild 9 an zwei Beispielen. Im ersten Fall steigt die Spannung zunächst schnell an, dann immer langsamer. Rechts ist es umgekehrt. Würde man hier die Zeitachse in gleiche Einheiten teilen, so wäre zunächst ein langsamer, dann ein steiler werdender Anstieg der Ausgangsspannung festzustellen.

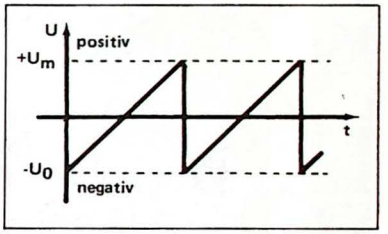


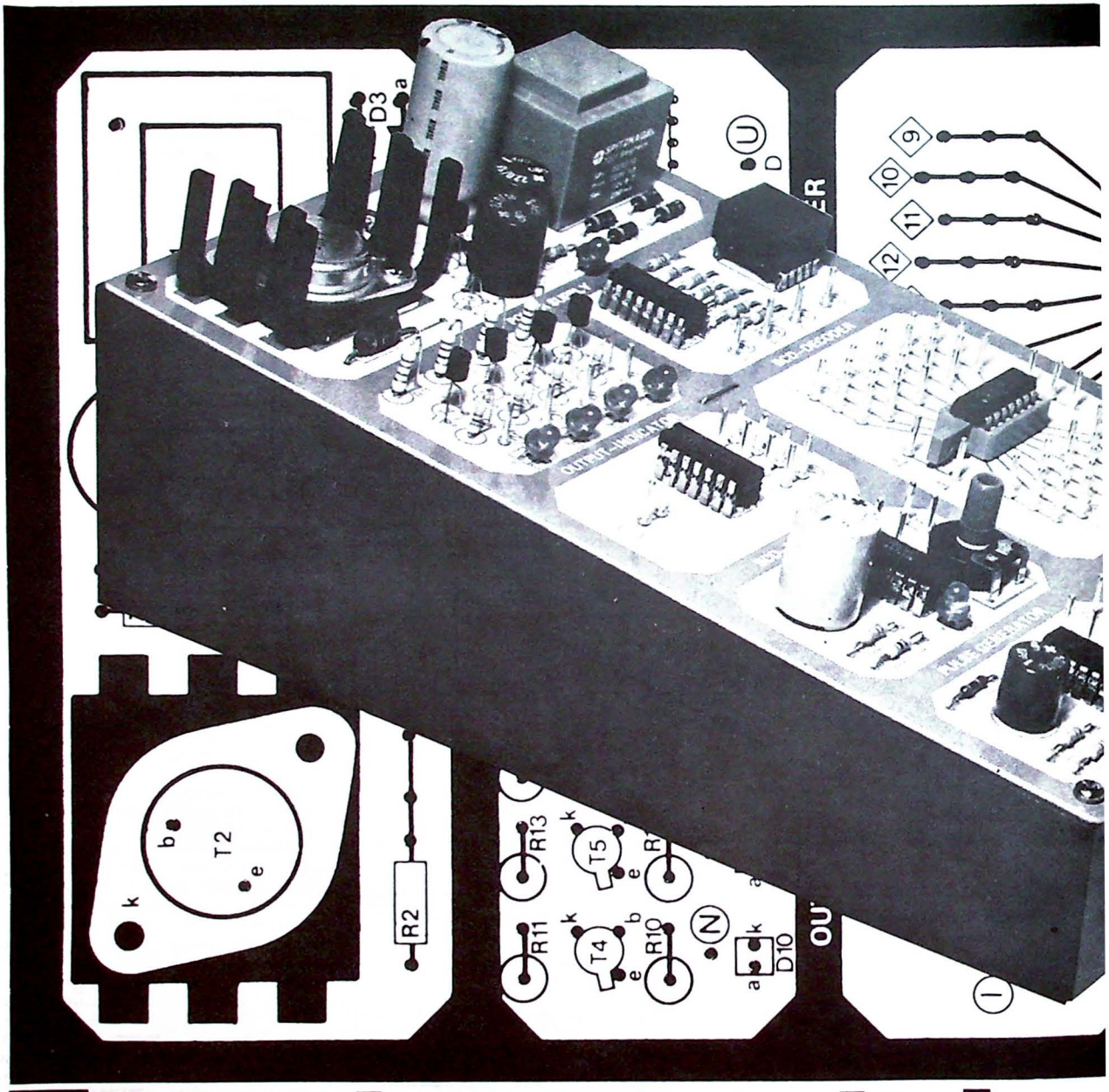
Bild 10. *Die Startlinie des Sägezahns muß nicht bei Null Volt liegen, sondern kann mit elektronischen Mitteln auf beliebige positive und negative Spannungsniveaus gelegt werden; dies ist für die Anwendung in einem DVM wichtig.*

In den bisherigen Sägezahn-Beispielen wurde davon ausgegangen, daß die Spannung jeweils bei Null startet. Der Sägezahn kann aber auch einer bestimmten, positiven oder negativen Gleichspannung überlagert sein. In Bild 10 startet der Sägezahn jeweils bei einer negativen Spannung -Uo. Im Verlauf des Anstiegs gelangt die Ausgangsspannung in den Bereich positiver Werte und springt schließlich, wenn sie den Wert +Um erreicht hat, auf die „Startlinie" -Uo zurück. Die Tatsache, daß beliebige, insbesondere auch im negativen Bereich liegende Startlinien möglich sind, ist im Hinblick auf den Einsatz des Sägezahngenerators im DVM besonders wichtig, wie sich im zweiten Teil dieses Beitrages zeigen wird.

(wird fortgesetzt)

Denken in High und

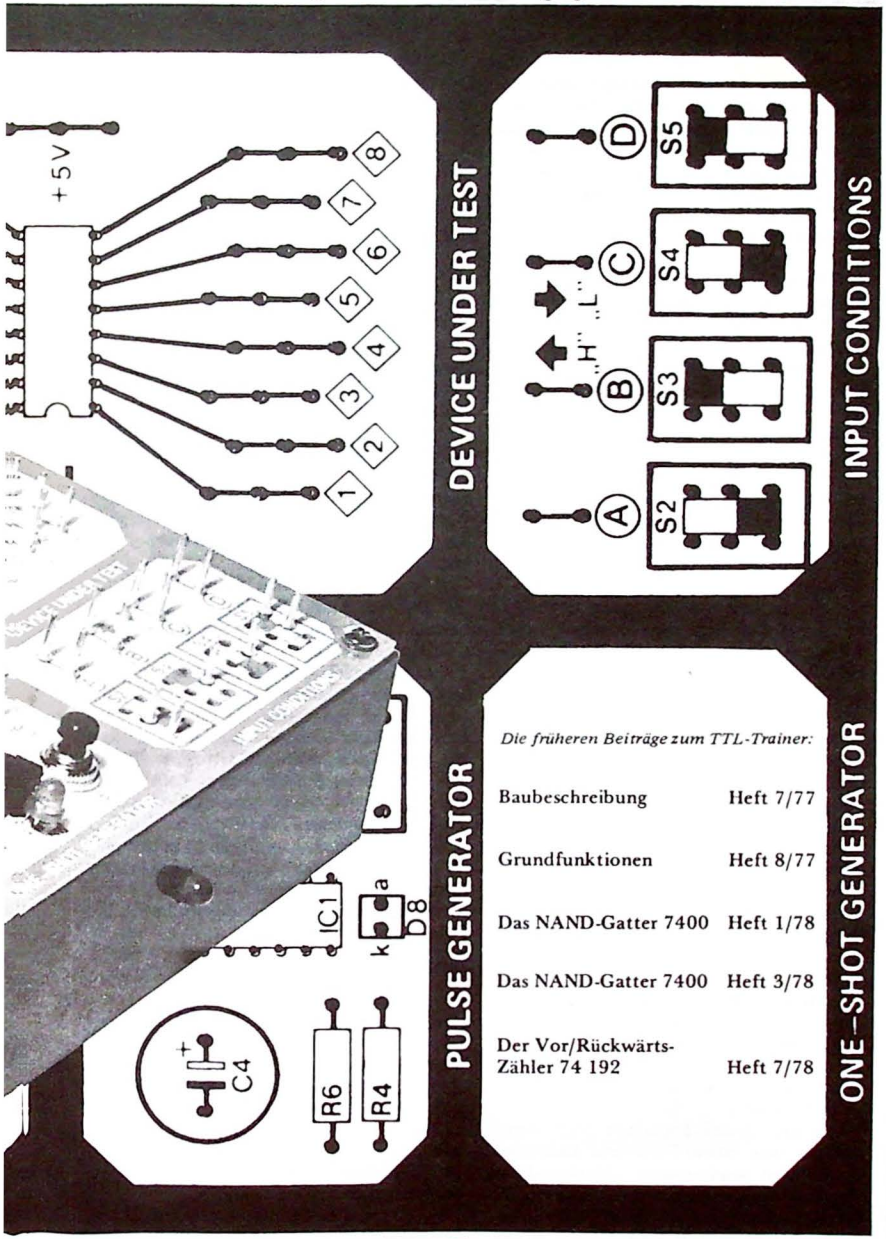
Folge 6: Flip-Flop 7473



Experimente mit den

Low

Der TTL-Trainer ist eine der beliebtesten Baubeschreibungen in P. E.. Dafür gibt es einen guten Grund: Dieses kleine, übersichtliche Digital-Labor ermöglicht in idealer Weise den Einstieg in die Technik der Logik-Bausteine. Schon beim Bau des Gerätes auf einem Print, der wie eine Frontplatte gestaltet wurde, weil er auch die Bedienungselemente aufnimmt, wird man spielerisch mit den Grundbegriffen der Digitaltechnik vertraut. Die ersten Experimente können bereits ausgeführt werden, ohne daß ein IC in der Fassung auf dem Experimentierfeld steckt. In früheren Beiträgen wurden das wichtige IC 7400 sowie der Vor/Rückwärts-Zähler 74 192 untersucht, der eindrucksvolle Experimente gestattet. In dieser Folge geht es um einen weiteren wichtigen Baustein, das FlipFlop 7473.



TTL-Trainer

Das J-K-FlipFlop 7473

Wie das bereits zu TTL-Trainer-Experimenten benutzte IC 7400 hat auch das FlipFlop 7473 14 Anschlußpins, von denen jeweils 7 in einer Reihe liegen. Man spricht vom DUAL-IN-LINE- (DIL-) Gehäuse.

Bild 1 zeigt die Anschlußbelegung des 7473, die Pins sind in der linken Reihe von oben nach unten, bei 1 beginnend, numeriert, die Zahlen setzen sich in der rechten Reihe von unten nach oben fort. Bei dieser Darstellung ist zu beachten, daß man von oben auf das IC sieht; das ist die übliche Darstellungsweise, abweichend von der Darstellung von Transistor-Anschlußbelegungen.

In das DIL-Gehäuse in Bild 1 sind zwei kleinere Blöcke eingezeichnet, die mit den Bezeichnungen FF1 und FF2 versehen sind. Dabei handelt es sich um die beiden im 7473 enthaltenen FlipFlops, deren Ein- und Ausgänge ebenfalls eingetragen sind. Jede dieser FF-Schaltungen hat vier Ein- und zwei Ausgänge, wie man durch Kontrolle der Pfeilrichtungen leicht feststellen kann.

Die mit J und K bezeichneten Eingänge sind die echten, die „eigentlichen" Eingänge dieser Art von FlipFlop. Was sich an den Ausgängen tut, hängt von den Signalen - also den Logikzuständen High oder Low - an den Eingängen ab.

Am einfachsten zu verstehen ist der „Clear"-Eingang, von der Spannung an diesem Eingang hängt es ab, ob das FlipFlop überhaupt arbeiten kann oder sich in absolutes Schweigen hüllt. Der mit „Clock" bezeichnete Eingang gibt die Befehle zum Umschalten des FlipFlops, wenn er entsprechend gesteuert wird. Voraussetzung ist natürlich, daß die sonstigen Bedingungen stimmen, damit das FlipFlop auf den Taktimpuls (Clock) reagieren kann.

Die beiden Ausgänge sind eng miteinander verwandt, sie tragen beide das Wappen derer von Q, wobei der eine jedoch durch einen Querstrich über dem Buchstaben besonders gekennzeichnet ist. Damit wird angedeutet, daß der logische Zustand an diesem Ausgang immer invers (umgekehrt) zu dem Zustand am Q-Ausgang ist.

Zum Blockbild ist weiter nichts mehr zu sagen. Wie das FlipFlop intern aufgebaut ist, interessiert in der Praxis fast nie. Jeder, der eine Schaltung mit dem FlipFlop aufbauen oder, wie es in diesem Beitrag geschieht, mit dem Baustein

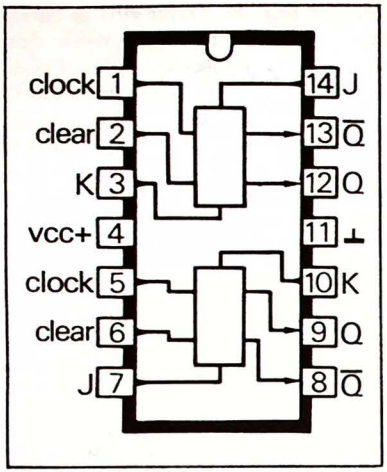


Bild 1. *Die Anschlußbelegung des Flip-Flops 7473. Clear bezeichnet eine Art Reset-Funktion: Wenn hier L-Signal anliegt, geht Q auf L, das FlipFlop reagiert nicht auf Vorgänge an den anderen Eingängen. Clock bedeutet Takt, vcc + = ucc+ = positiver Speisespannungsanschluß.* $\overline{Q}$ *wird „Q quer" gesprochen.*

experimentieren will, braucht nur zwei Dinge zu wissen: die Anschlüsse und die logischen Funktionen.

Diese Art, Elektronik zu betreiben, ist nicht nur bei noch wesentlich komplexeren ICs, deren Innenschaltung oft gar nicht bekannt ist, unumgänglich, sondern auch für den Einsatz der relativ noch „einfachen" TTL-ICs angezeigt. Die Methode heißt „Black Box"-Betrachtung; das IC ist ein schwarzes Kästchen mit bestimmten Anschlüssen und bestimmten Funktionen. Wie die Funktionen zustande kommen, interessiert nicht.

Die Funktionen des FlipFlops 7473 lassen sich exakt am besten in tabellarischer Form darstellen. Tabelle I zeigt die sogenannte Wahrheitstabelle, sie bezieht sich natürlich nur auf eines der beiden im IC enthaltenen FlipFlops, weil sie völlig identisch sind.

In den vier linken Spalten der Tabelle

EINGÄNGE				AUSGÄNGE	
clear	clock	J	K	Q	$\overline{Q}$
L	*	*	*	*L*	*H*
H	⊓	*L*	*L*	*Qo*	$\overline{Qo}$
H	⊓	*H*	*L*	*H*	*L*
H	⊓	*L*	*H*	*L*	*H*
H	⊓	*H*	*H*	*schaltend*	

Tabelle I. *Die Wahrheitstabelle des 7473. Sie zeigt die Reaktionen der FlipFlop-Ausgänge auf Impulse oder Logik-Signale an den Eingängen.*

Eingänge	Verhalten der Ausgänge
clear = L	*FlipFlop passiv, Q = L, absoluter Vorrangs-Befehl*
clear = H	
J = H, K = H	*FlipFlop schaltet bei Rückflanke Clock-Impuls*
J = L, K = H	*bei Rückflanke Clock-Impuls wird Q = L*
J = H, K = L	*bei Rückflanke Clock-Impuls wird Q = H*
J = L, K = L	*FlipFlop reagiert nicht*

Tabelle II. *Die Funktionen des 7473 in Worten, vielleicht etwas verständlicher als die Wahrheitstabelle.*

sind alle möglichen Kombinationen der Eingangssignale aufgestellt. Die beiden rechten Spalten geben die bei diesen Kombinationen sich einstellenden Ausgangszustände an. Allerdings ist eine Erläuterung der Tabelle erforderlich.

Die beiden Buchstaben L und H bezeichnen, wie immer, die beiden möglichen logischen Zustände an einem Schaltungspunkt, also „Spannung vorhanden" (H) und „Spannung Null" (L). Ein * bedeutet, daß das FlipFlop-Verhalten unabhängig vom logischen Zustand des betreffenden Eingangs ist. Die Schaltung nimmt auf jeden Fall die in der betreffenden Zeile angegebenen Ausgangszustände an, wie immer die Spannungen an den mit * gekennzeichneten Eingängen sein mögen.

In der Spalte für den Takt (Clock) sind Symbole eingezeichnet, die einen Impuls darstellen sollen, also die Änderung des logischen Zustandes am Clock-Eingang. Das FlipFlop reagiert nämlich - soweit es den Clock-Eingang betrifft - nicht auf den logischen Zustand dieses Eingangs, sondern auf eine Impulsflanke, d.h. auf die Änderung des logischen Zustandes (nur von H nach L, wie noch gezeigt wird).

Welche Aussagen enthält die Wahrheitstabelle in den anderen Zeilen? Es zeigt sich, daß die beiden Ausgänge unter bestimmten Bedingungen die logischen Zustände, die an den Eingängen J und K vorhanden sind, übernehmen. Ist der J-Eingang H, der K-Eingang L, dann nehmen die Ausgänge Q und Q beim nächsten Clock-Impuls ebenfalls die Zustände H bzw L an. Der Q-Eingang übernimmt also die Information vom J-Eingang usw.

Ist dagegen der J-Eingang L und der K-Eingang H, dann wird Q beim nächsten Clock-Impuls L, der inverse Q-Ausgang geht auf H. Der Q-Ausgang übernimmt somit in jedem Fall die Information vom J-Eingang.

Aufgrund dieses logischen Verhaltens spricht man beim 7473 und ähnlichen Bausteinen von einem „Master-Slave-FlipFlop": Die Eingänge (master) diktieren den Ausgängen (slave) ihre (eigenen) Zustände. Der Befehl muß ausgeführt werden, wenn das Clock-Signal kommt.

Das gilt aber, wie die Tabelle zeigt, nur dann, wenn der Clear-Eingang auf H liegt. Ist der Clear-Eingang L, so ist der Q-Ausgang immer L, der $\overline{Q}$-Ausgang immer H, unabhängig davon, was sich an J, K, und Clock tut.

Es gibt aber noch eine Möglichkeit, das FlipFlop vollkommen unbeweglich zu machen. Sind nämlich J und K beide L, (natürlich bei H am Clock-Eingang, sonst ist die Sache sowieso witzlos), dann behalten die Ausgänge ihre vorherigen Zustände bei, reagieren somit nicht auf den Clock-Impuls.

Eine letzte mögliche Zustandskombination der J-K-Eingänge ist: beide H. Dann passiert etwas ganz gewöhnliches: Bei jedem Clock-Impuls tauschen die beiden Ausgänge ihre Zustände, sie schalten „im Takt". Als „gewöhnlich" wird dieses Verhalten hier deshalb bezeichnet, weil ein gewöhnliches FlipFlop (also eines ohne Master-Slave Eigenschaften) dasselbe tut: Es reagiert auf Taktsignale am Eingang jedesmal mit Umschalten seiner Ausgangszustände.

Die Funktionen des 7473 lassen sich natürlich auch in Worten ausdrücken; Tabelle II zeigt eine solche Zusammenfassung.

Es ist für das Verständnis dieses Logik-Bausteines sicher zweckmäßig, die Wahrheitstabelle sorgfältig zu untersuchen und den Text eventuell mehrmals zu lesen. Auch gestandene Elektroniker müssen sich meist jedesmal aufs Neue mit dem Verhalten eines Master-Slave-FlipFlops beschäftigen, wenn diese Funktion wieder einmal in einem Schaltungsentwurf zum Zuge kommt. Auf jeden Fall machen die folgenden Experimente mehr Spaß, wenn die Wahrheitstabelle schon gut „sitzt".

Experiment 1
Das J-K-FlipFlop als Speicherelement

Eine wichtige Eigenschaft eines FlipFlops und des J-K-FlipFlops im Besonderen ist die Fähigkeit, eine binäre (zweiwertige) digitale Information zu fixieren, bzw. zu speichern, wie das offiziell heißt, bis sie wieder benutzt und abgerufen wird.

Als binäre, digitale Information wird das Signal an einem Schaltungspunkt in einer Digitalschaltung bezeichnet, das nur H oder L sein kann.

Aber ist es nicht eine kleine Übertreibung, von einer binären Information zu sprechen, wo es doch nur um die Tatsa-

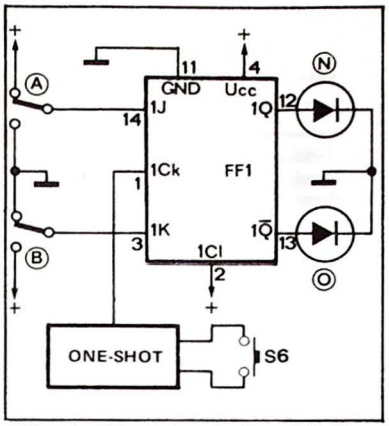


Bild 2. *Eines der beiden FlipFlops aus dem 7473 in Aktion. Die LEDs N und O zeigen die logischen Zustände der beiden Ausgänge an, die über die Eingänge J und K diktiert werden.*

che geht, daß die Spannung entweder +5 Volt oder Null Volt sein kann? Mag sein, daß manchmal in der Elektronik übertrieben wird, hier aber keinesfalls. Wer sich den BCD-Code in Erinnerung ruft (siehe auch den Beitrag über Digitalvoltmeter in dieser Ausgabe), wird sich erinnern, daß diese Zustandskombinationen aus L und H als Informationen oder Codes für Zahlenwerte dienen können. Dies kann auch für die zwei unterschiedlichen Kombinationen aus L- und H-Signalen an den Ausgängen eines FlipFlops gelten. Man muß lediglich den beiden Zuständen je einen Zahlenwert zuordnen. Die Tabelle III zeigt zur Gedächtnisstütze die ersten vier der insgesamt zehn Zeilen des BCD-Codes.

Die Tabelle I zeigte, daß ein FlipFlop in der Lage ist, eine Kombination aus H- und L-Signalen an seinen J-K-Eingängen zu übernehmen und festzuhalten. Dieser letzte Punkt ist wichtig, denn dank dieser Eigenschaft kann ein FlipFlop als Speicher für digitale Informationen oder eben auch für binär codierte Zahlenwerte dienen.

Diese FlipFlop-Eigenschaft wird im ersten Experiment demonstriert. Bild 2

Zahl	BCD-Code
0	*L L L L*
1	*L L L H*
2	*L L H L*
3	*L L H H*

Tabelle III. *Der bereits mehrfach erwähnte BCD-Code, hier nur für die Zahlen 0 bis 3 angegeben.*

zeigt zunächst die Schaltung, wobei das FF selbstverständlich nur als Black Box eingezeichnet ist. Die Schalter A und B, das sind auf dem TTL-Trainer die Schalter S2 und S3, liefern je nach Stellung die H- und L-Signale für den J- und den K-Eingang. Mit dem Einzelimpulsgenerator (One Shot Generator) ist es möglich, den Clock-Eingang zu beliebigen Zeitpunkten durch Betätigen des betreffenden Tasters zu aktivieren, so daß man Schritt für Schritt die Auswirkungen von Befehlen verfolgen kann.

Der Clear-Eingang wird auf +5 Volt (H) gelegt, damit das FF arbeitet. Zwei LEDs zeigen die beiden Ausgangszustände an, ihre Kathoden liegen auf Masse, so daß die LEDs bei H am Ausgang leuchten.

Die Speisespannungsverbindungen des ICs dürfen natürlich nicht vergessen werden.

Und hier sind die erforderlichen Verbindungen, wobei die Buchstaben bestimmte Schaltungspunkte auf dem TTL-Trainer bezeichnen, während die Zahlen mit den Pins des Experimentierfeldes korrespondieren;

A - 16; B - 3; G - 1; N - 14; O - 15;
+5 V - 2; +5 V - 4; ⏚ - 13

In Bild 3 ist die Verdrahtung des TTL-Trainers für dieses Experiment in der

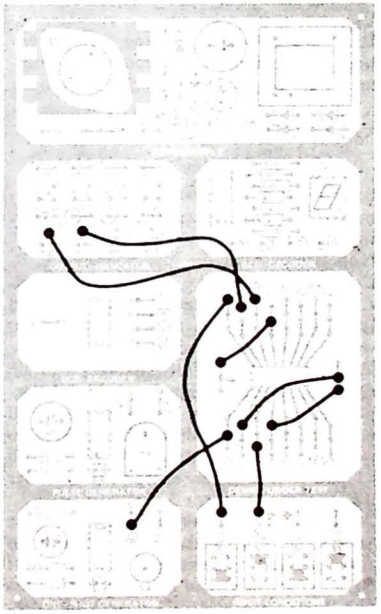


Bild 3. *Der Verdrahtungsplan des TTL-Trainers für das erste Experiment mit dem 7473. Zur Verbindung der auf dem Trainer mit Buchstaben bezeichneten Schaltungspunkte (bzw. Zahlen 1...16 für das IC im Experimentierfeld) dienen Kabel mit Steckschuhen, deren Herstellung in P.E. Heft 6/77 ausführlich beschrieben ist.*

Draufsicht angegeben; so kann man eigentlich nichts falsch machen, wenn der Zeichner sich nicht vertan hat.

Es wurde zu Anfang bereits erwähnt, daß das IC 7473 14 Pins hat; das Experimentierfeld auf dem TTL-Trainer ist jedoch „universell", d.h. es enthält eine Fassung für 16polige ICs. Damit nun die richtigen, soeben genannten Verbindungen zustandekommen, muß das 7473 so eingesetzt werden, daß rechts die Pins 8 und 9 frei bleiben. Das bedeutet natürlich, daß die Pins 8...14 des ICs nicht mit den gleichnamigen Lötstiften des Experimentierfeldes verbunden sind, vielmehr liegen nun die IC-Pins 8...14 an den Lötstiften 10...16. Deshalb nochmals der Hinweis, daß es sich bei allen Verdrahtungsangaben in diesen Experimenten um die Bezeichnungen der Lötstifte des Experimentierfeldes handelt.

Und nun zur Praxis!

Die beiden Schalter S2 und S3 werden zunächst in die Stellungen A = H und B = L gebracht. Betätigt man jetzt den Taster S6 des One Shot Generators, so leuchtet die LED D10, während die LED D11 dunkel bleibt. Das bedeutet: Der Q-Ausgang hat das H-Signal von Eingang J übernommen, während sich das L-Signal von Eingang K am inversen Ausgang findet.

Dieser Zustand bleibt bestehen, auch wenn man die beiden Umschalter in alle beliebigen anderen Stellungen bringt. Die Schaltung hat seit dem Clock-Impuls die Eingangszustände gespeichert und hält sie bis auf weiteres fest.

Die weiteren Versuche sehen so aus, daß man alle vier möglichen Kombinationen der Schalterstellungen von S2 und S3 einstellt und dann den Taster S6 betätigt. Die beiden angeschlossenen LEDs müssen die Wahrheitstabelle I bestätigen.

Experiment 2
Zwei FlipFlops können mehr als eines!

Interessanter werden die Versuche, wenn man das zweite, im 7473 enthaltene FlipFlop ebenfalls verwendet und das Siebensegment-Zifferndisplay Dy1 zur Anzeige der FlipFlop-Ausgangszustände einsetzt. Das Display befindet sich im Feld „BCD-Decoder", es zeigt die binär codierten, vier möglichen Ausgangszustände der beiden FlipFlops als Ziffern 0...3 an.

Bild 4 zeigt die Schaltung, die auf dem TTL-Trainer verdrahtet wird.

Die Anschlüsse R und S des Displays sind mit den Q-Ausgängen der FFs verbunden. Genau genommen handelt es sich natürlich nicht um Anschlüsse des Displays, sondern um Eingänge des in dem betreffenden Feld angeordneten ICs, des BCD/Siebensegment-Dekoders.

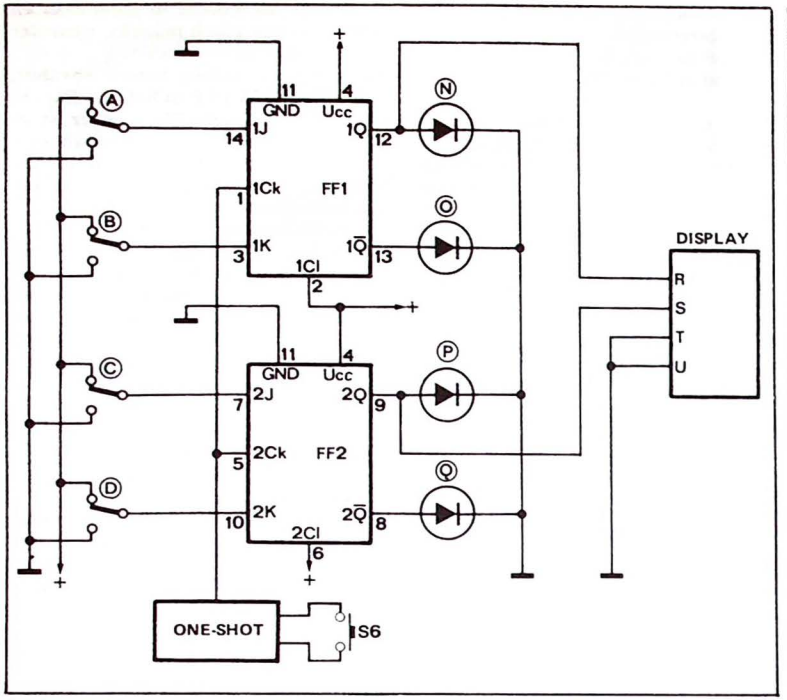


Bild 4. *Beide FlipFlops im Einsatz. Die bei den IC-Anschlüssen eingetragenen Zahlen 1...14 beziehen sich auf die Pins des ICs nach Bild 1, nicht auf die Anschlüsse der IC-Fassung im Experimentierfeld!*

Die Anschlüsse T und U des Dekoders sind mit Masse zu verbinden, sie müssen in dieser Anwendung nämlich auf L gelegt werden.

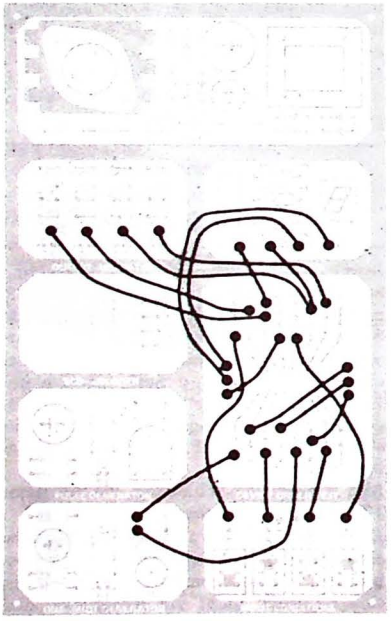


Bild 5. *Der Verdrahtungsplan für das Experiment 2.*

Die Verdrahtung des ersten Experimentes kann beibehalten werden, es kommen aber folgende Verbindungen hinzu:

C - 7; D - 12; G - 5; P - 11; Q - 1o
R - 14; S - 11; T - |; U - |; +5 V - 6

Sind diese Verbindungen hergestellt, so muß die Verdrahtung so aussehen, wie in Bild 5 angegeben.
Nun bringt man die vier Schalter A, B, C und D z.B. in die Stellungen H-L-H-L; die LEDs zeigen nach dem Eintreffen des Clock-Impulses diese Situation an, das Zifferndisplay zeigt die Ziffer 3. Zustande kommt diese Anzeige, weil die Q-Ausgänge die H-Signale von den J-Eingängen übernehmen, so daß auch R und S auf H liegen. An den Dekoder-Eingängen lautet die Zustandsfolge von R nach U nun H-H-L-L, das entspricht nach der Tabelle III der Ziffer 3.
Nach dieser Erläuterung dürfte es nicht schwierig sein, auch andere Zahlen in den Speicher einzulesen; z.B. die Zahl 1: Schalter A, B, C und D in die Stellungen H-L-L-H. Beim Eintreffen des Clock-Impulses erscheint diese Kombination auch an den vier LEDs N, O, P und Q. Die Signalfolge an den vier Dekodereingängen U bis R lautet L-L-L-H, nach Tabelle 3 entspricht diese Kombination der Zahl 1.
Der Rest des Experimentes besteht aus dem Probieren der zwei übrigen Kombinationen der Schalterstellungen.

Experiment 3
Das J-K-FlipFlop in einem Schieberegister

Die beiden ersten Experimente haben gezeigt, daß ein FlipFlop als Speicherelement dienen kann, in der Elektronik somit zum zeitweisen „Aufbewahren" einer Information einsetzbar ist.
Im dritten Experiment geht es um den Einsatz eines solchen Speicherelementes in einem Schieberegister, es wird somit für eine bestimmte Aufgabe herangezogen.
Ein Schieberegister ist, kurz ausgedrückt, eine Kette von Speicherelementen, dabei wird die Information von Glied zu Glied weitergeschoben. Es geht somit nicht um das Speichern von Informationen, sondern um das Transportieren.
Als Anwendung kann man z.B. an ein digitales Meßinstrument denken, wenn etwa eine Information über den Meßwert aus einem Speicher geholt und zur digitalen Anzeige transportiert wird.
Aus Bild 6 geht hervor, daß der Q-Ausgang des ersten FlipFlops mit dem J-Eingang des zweiten zu verbinden ist. Der Q-Ausgang muß eine Verbindung zum K-Eingang von FF2 bekommen.
Sind alle Verbindungen angebracht (Bild 7), so ist beim Takten (Betätigung des Tasters S6) des Schieberegisters das Fortschalten der Information durch Beobachten der LEDs festzustellen.
Die Verbindungen:

A - 16; B - 3; G - 1; G - 5; N - 14;
O - 15; P - 11; Q - 10; +5 V - 2;
+5 V - 4; +5 V - 6; | - 13
15 - 12; 14 - 7

Bringt man in dieser Situation die Schalter A und B in die Stellungen H bzw. L, so übernimmt beim ersten Clock-Impuls FF1 diese logischen Zustände. Beim zweiten Impuls erscheint die Information an den Ausgängen des zweiten FlipFlops.
Die LEDs zeigen die Zustände an; beim ersten Impuls leuchtet die LED N, während LED O aus ist. Betätigt man den Taster zum zweiten Mal, so zeigt LED P das H, indem sie aufleuchtet, LED Q zeigt L.
Dieses Experiment ist jedoch nach kurzer Zeit langweilig, so daß etwas anderes erfunden werden muß. Deshalb löst man nun die Verbindungen A - 16 und B - 3 und ersetzt sie durch zwei andere: 16 - 10 und 3 - 11.
Nach diesem dreisten Eingriff liegen die Eingänge des ersten FlipFlops nicht mehr an den Schaltern, sondern überkreuz an den Ausgängen des zweiten FlipFlops.
Auf diese Weise gelangt die Ausgangsinformation des Schieberegisters zurück

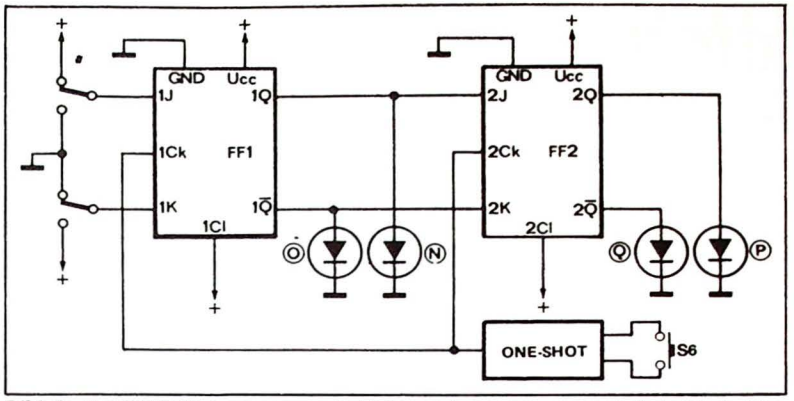


Bild 6. *Zwei FlipFlops zu einem Schieberegister zusammengeschaltet. Die beiden LEDs dienen zur Anzeige der Logik-Zustände an den Speicherstellen des Registers.*

auf den Eingang, es entsteht ein „zyklisches" Schieberegister, in dem die Information immer wieder durch die Kette geschoben wird.

Ist noch die Frage zu klären, warum die Ausgänge kreuzweise mit den Eingängen verbunden werden. Ganz einfach: Andernfalls gelangt vom Ausgang des Schieberegisters dieselbe Information zurück auf den Eingang, die das erste Flip-Flop bereits enthält. Die LEDs würden ihre EIN/AUS-Zustände nicht ändern, so daß es nichts zu sehen gibt. Ein Experiment ohne sichtbares Ergebnis gibt nicht viel her.

Dank der vertauschten Rückführungsleitungen passiert nun folgendes: Wenn die LEDs N...Q z.B. H-L-H-L zeigen, schiebt ein Clock-Impuls die beiden ersten Zeichen H-L von N-O nach P-Q. Die zweite Kombination H-L gelangt dabei invertiert von P-Q nach N-O. Somit zeigen die LEDs jetzt L-H-H-L.

Es gibt noch weitere Anzeige-Kombinationen der vier LEDs. Man kann sie, um das Experiment abzuschließen, herausfinden und zu erklären versuchen.

Bild 7. *Für den Aufbau des Schieberegisters sind die eingetragenen Verbindungen erforderlich.*

Experiment 4
Das J-K-FlipFlop als Zähler

Wer das dritte Experiment vollständig durchgeführt hat, muß auf eine bemerkenswerte Erscheinung aufmerksam geworden sein. Es erscheinen nämlich nacheinander die in der Tabelle IV aufgeführten Zustandskombinationen, sie zeigen, daß nach dem vierten Clock-Impuls der Anfangszustand wiederhergestellt ist; das Schieberegister hat einen Zyklus, der aus vier Zustandskombinationen besteht, absolviert. Wie lange man das Experiment durch Eingeben von Taktimpulsen auch fortsetzt, es erscheinen immer dieselben Kombinationen in derselben Reihenfolge.

Aus diesem Verhalten ergibt sich ein weiteres Experiment, das hier zunächst nur in Gedanken durchgeführt wird.

Taktimpulse	N	O	P	Q
Anfangszustand	*H*	*L*	*H*	*L*
1.	*L*	*H*	*H*	*L*
2.	*L*	*H*	*L*	*H*
3.	*H*	*L*	*L*	*H*
4.	*H*	*L*	*H*	*L*

Tabelle IV. *Beim Takten des Schieberegisters zeigen die LEDs nacheinander die eingetragenen Logik-Zustände an. H = LED leuchtet, L = LED leuchtet nicht.*

Dazu verbindet man (wie gesagt, nur in Gedanken) den Q-Ausgang von FF1, an dem bereits die LED N liegt, zusätzlich mit dem Eingang R des BCD-Dekoders, eine weitere Verbindung führt vom Q-Ausgang des FF2 (an dem die LED P liegt) zum Eingang S des Dekoders. Die beiden noch freien Eingänge T und U kommen auf L (Masse), wie in Experiment 2.

Das Display müßte nun beim Takten des Schieberegisters nacheinander die in Tabelle V angegebenen Dezimalziffern zeigen. Kontrollen Sie diese Aussage durch Vergleich mit Tabelle IV.

Erinnert man sich nun an die Tabelle III mit dem BCD-Code, dann kann man die binäre Informationen, die im Schieberegister auftreten, als Übersetzung von Dezimalzahlen in den BCD-Code auffassen. Die Zahlenreihe beginnt mit der 3, springt beim nächsten Takt auf 2, dann komm Null und zuletzt die 1.

Was jetzt aus den zwei FlipFlops entstanden ist, nennt man einen zyklisch arbeitenden Zähler, der allerdings merkwürdig zählt.

Zum Aufbau dieses Zählers sind im Anschluß an das Experiment 3 nur vier Verbindungen erforderlich:

R - 14; S - 11; T -|_; S -|_

Bild 8 zeigt die Ansicht der gesamten Verdrahtung.

Beim Takten sieht man den Zähler fleißig von 3 über 2, 0 und 1 zurück nach 3 springen usw. Schade ist nur, daß der Zähler ziemlich unzivilisiert arbeitet, weil er nicht richtig (rückwärts) zählt. Einen ordentlichen Zähler bringt das nächste Experiment.

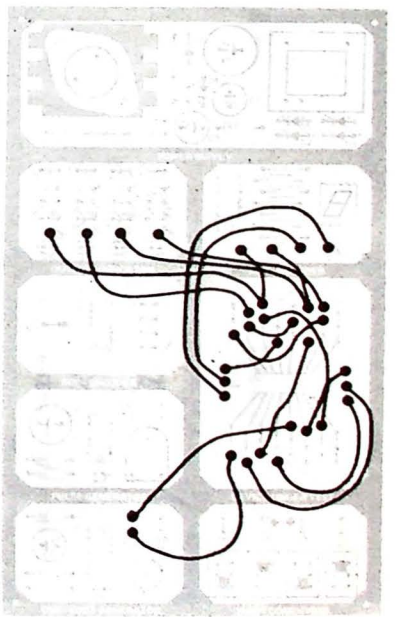


Bild 8. *Verdrahtungsplan für den „wilden" Zähler.*

Taktimpulse	U	T	S	R	laut BCD-Code
Anfangszustand und 1.	*L*	*L*	*H*	*H*	*3*
2.	*L*	*L*	*H*	*L*	*2*
3.	*L*	*L*	*L*	*L*	*0*
4.	*L*	*L*	*L*	*H*	*1*

Tabelle V. *Übersetzung der im Schieberegister auftretenden logischen Zustände in das Dezimalsystem, unter Anwendung des BCD-Codes.*

Experiment 5
modulo-3-Zähler

Das einzelne FlipFlop hat zwei Zustände, zwei FlipFlops können vier verschiedene Zustände annehmen, wenn sie, wie im vorigen Experiment, entsprechend geschaltet sind. Mit zwei FlipFlops läßt sich aber auch eine Schaltung realisieren, die drei stabile Zustände aufweist und als Teiler 1:3 bzw. als Zähler Null bis 2 dienen kann. Man spricht von modulo-3-Zähler.

Bild 9 zeigt die Schaltung. Viele Unterschiede zur Schaltung aus dem 4. Experiment gibt es nicht, aber es sind wesentliche. Eine Rückkopplung vom Ausgang auf den Eingang muß natürlich erhalten bleiben, damit die zyklische Arbeitsweise wiederum möglich ist. Die Verbindung vom Ausgang $\overline{Q}$ des zweiten FFs zum J-Eingang des ersten bildet diese Rückkopplung. Die K-Eingänge beider FFs und der $\overline{Q}$-Ausgang des ersten bleiben unbeschaltet.

Die Verbindungen lauten:

G - 1; G - 5; R - 14; 5 - 11; 16 - 10
14 - 7; 2 - +5 V; 4 - +5 V; 6 - +5 V
13 -|; T -|; U -|

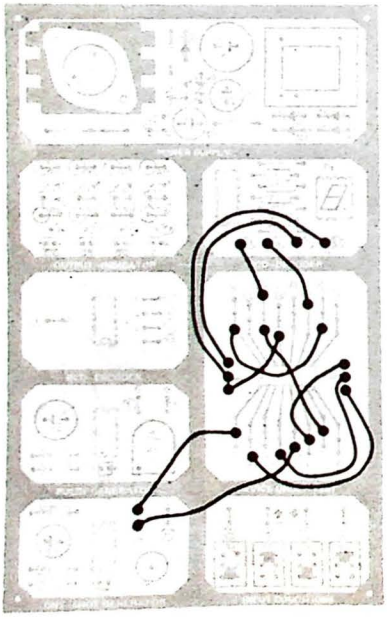


Bild 10. *Verdrahtungsplan für den modulo-3-Zähler.*

In Bild 10 ist die Verdrahtung für den TTL-Trainer angegeben. Da die Funktionsweise dieser Schalter doch etwas komplizierter ist, wird sie ausführlicher besprochen. Insbesondere ist es wichtig, alle Vorgänge, die durch einen Clock-Impuls ausgelöst werden, einzeln zu betrachten.

Bild 11 zeigt das Impulsdiagramm dieser Schaltung. Die Ausgänge reagieren — wie bereits erwähnt — auf die Rückflanke des Clock-Impulses, also wenn die Spannung am Clock-Eingang den Sprung von H nach L macht, Der erste Sprung dieser Art findet sich in der obersten Zeile des Diagramms (Ck) zum Zeitpunkt t1. Der Q-Ausgang von FF1 geht daraufhin von L nach H.

Das ist gar nicht soo selbstverständlich. Der K-Eingang ist unbeschaltet. Das FF hat zwei Möglichkeiten: den offenen Eingang als H oder als L zu interpretie-

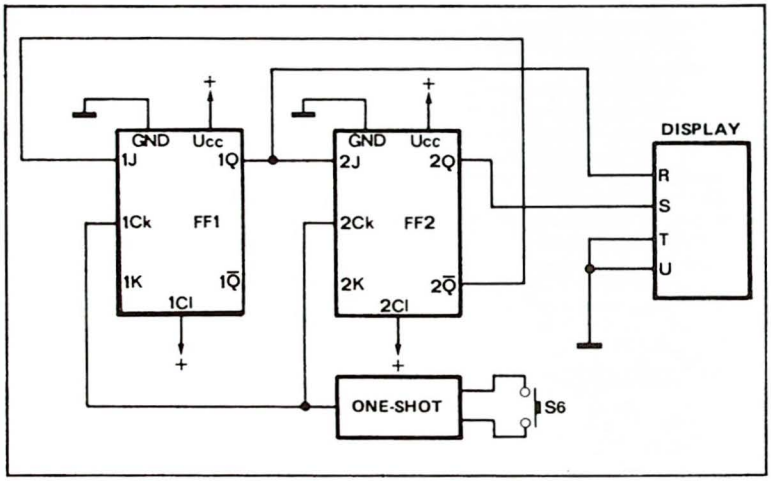


Bild 9. *Der modulo-3-Zähler. Die Schaltung leitet sich aus dem Schieberegister Bild 7 ab, es entfallen hierbei einige Verbindungen.*

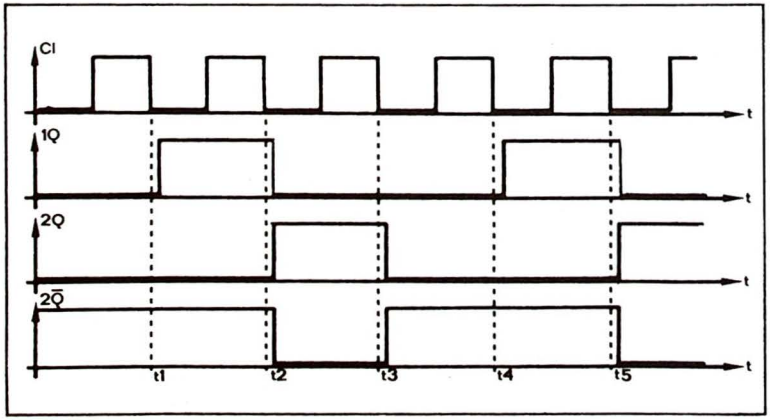


Bild 11. *Das Impulsdiagramm des modulo-3-Zählers. Die Grafik zeigt den zeitlichen Verlauf der logischen Zustände am Clock-Eingang und an den beschalteten Ausgängen.*

ren. Es verhält sich so, als ob der K-Eingang H sei. Mit J=H und K=H schaltet das FlipFlop bei der nächsten negativen Impulsflanke (t1) auf jeden Fall (letzte Zeile in Tabelle I).
FF2 schaltet zum Zeitpunkt t1 nicht, weil die sich aus J=L und K=H ergebenden Ausgangszustände bereits vorliegen.
Zum Zeitpunkt t2 sind die J-K-Eingänge von FF1 noch immer beide H, so daß dieses FlipFlop auch jetzt wieder schaltet. FF2 sieht an beiden Eingängen ebenfalls H (J=H wegen 1Q=H, K=offen), so daß jetzt auch FF2 schaltet.
Was zum Zeitpunkt t3 passiert, kann man selbst unter Barücksichtigung der Tabelle I herausfinden, das Ergebnis muß mit dem Impulsdiagramm übereinstimmen.
Nach dem dritten Clock-Impuls (t3) ist der Anfangszustand wiederhergestellt. Beim weiteren Takten wiederholt sich der beschriebene Zyklus.

Zeitpunkt	1Q	2Q
t1	*L*	*L*
t2	*H*	*L*
t3	*L*	*H*
t4	*L*	*L*
t5	*H*	*L*

Tabelle VI. *Die aufeinanderfolgenden logischen Zustände an den Q-Ausgängen der beiden FlipFlops.*

Auffallend ist in Bild 11 eine kleine Zeitdifferenz zwischen der Rückflanke des Taktimpulses und dem Umschalten des Q-Ausgangs. Ursache ist die Trägheit der IC-internen Elektronik, sie braucht eine bestimmte Zeit, um auf das Clock-Signal zu reagieren. Diese Zeit ist übrigens sehr kurz und mit den üblichen Meßmitteln kaum festzustellen; somit ist das Zeitintervall in Bild 11 auch übertrieben breit gezeichnet.

Tabelle IV zeigt fünf Schritte in Form einer Wahrheitstabelle.

Die Q-Ausgänge der FFs sind mit den Eingängen R und S des BCD-Dekoders verbunden, während der T-Eingang und der U-Eingang an Masse liegen. Somit zeigt das Display nacheinander 0, 1, 2, 0, 1, 2 usw.

Abschließend noch der Hinweis, daß man den Zähler natürlich auch automatisieren kann. Dazu verbindet man die beiden Clock-Eingänge mit dem Ausgang F des Impulsgenerators.

"Kassette im Auto" überflüssig?

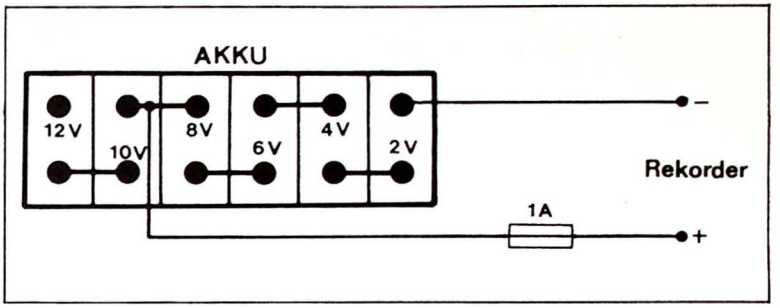


Bild 1: *Eine sicher preiswerte, aber nicht befriedigende Lösung des Problems: Kassettenrekorder-Betrieb im Auto.*

In P.E. Heft 3/77 gab es die Schaltung „Die Kassette im Auto", ein einfacher Bauvorschlag mit einem Print, der nur ca. 3 x 6 cm mißt.
Ein Leser schreibt uns dazu, die Schaltung sei überflüssig, da man den Akku „anzapfen" könne.
Ein 12 Volt-Autoakku besteht aus 6 Stück 2 Volt-Zellen, die in Reihe geschaltet sind. An den Verbindungsstellen der Zellen stehen somit die Spannungen 2, 4, 6, 8 und 10 Volt zur Verfügung. Ein Kassettenrekorder, der mit 7,5 Volt gespeist wird, kann somit unmittelbar vom Akku, nämlich mit 8 Volt versorgt werden. Nach Vorschlag des Lesers bohrt man ein 3 mm-Loch in den Verbindungsstreifen zwischen der 4. und der 5. Zeile und klemmt mit einer Blechschraube einen Draht unter, der über eine Sicherung zum Rekorder führt. Bild 1 zeigt „die Schaltung".
Diese Art, einen Rekorder im Auto zu speisen, ist einfach und kostet so gut wie nichts, aber wir haben da doch Bedenken.
Zunächst sind die modernen Akkus bis auf die beiden Pole vollkommen isoliert, so daß man „auf gut Glück" bohren muß, um den Verbindungsstreifen zu finden. Die auf diese Weise entstehenden Löcher tun dem Akku bestimmt nicht gut.
Noch nachteiliger ist aber die Tatsache, daß die Akku-Spannung und damit die Versorgungsspannung für den Rekorder starken Schwankungen unterworfen ist. Beim neuen, vollgeladenen Akku kann die Zellenspannung Werte von 2,4 Volt erreichen, so daß vier Zellen knapp 10 Volt abgeben, und es ist zu fragen, ob der Rekorder soviel Spannung verträgt.
Beim alternden Akku machen sich Störspitzen auf der Speisespannung, die von der Zündanlage herrühren, immer stärker bemerkbar. Auch diese Spitzenspannungen muß der Rekorder verkraften. Deshalb lieber doch eine einfache Stabilisierungsschaltung, die auf die Nennspannung des Rekorders eingestellt ist.
In Bild 2 ist für neue Leser nochmals die Schaltung angegeben.
Über den 1 k-Widerstand fließt ein Strom durch die Z-Diode, deren Z-Spannung für einen Rekorder, der mit 7,5 V betrieben wird, ca. 9 V betragen muß. An dieser stabilisierten Spannung liegen die beiden als Emitterfolger geschalteten Transistoren. Auf dem Weg von der Basis des BC 108 bis zum Ausgang (Emitter BD 135) verringert sich die Spannung jedesmal um die Basis-Emitter-Schwellenspannung von ca. 0,7 V. Der Kondensator dient zusätzlich zur Stabilisierung, insbesondere gegen plötzliche Einbrüche der Akkuspannung und gegen Störspitzen.

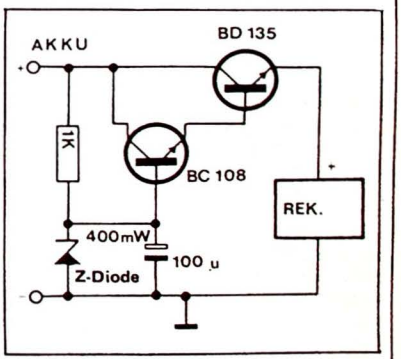
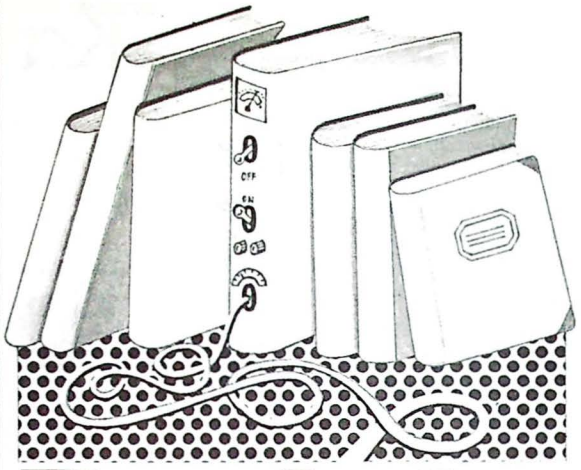


Bild 2: *Die saubere, elektronische Lösung*

Geschäft mit der Angst?

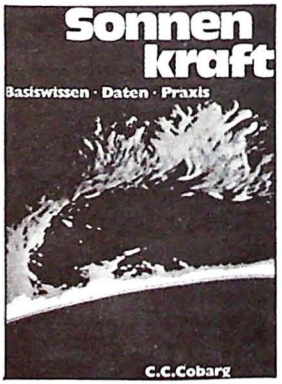
Ein Elektronik-Buch weiß es jetzt ganz genau:
Wir sind von Agenten (Schaltungen Nr. 1, 17), Spionen (4, 8, 11), Dieben (1, 9) und Einbrechern (18) umgeben. Deshalb brauchen wir Sicherungen (1, 9, 19) müssen überwachen (3), registrieren (8), gewarnt werden (5) und verscheuchen (18). Wer trotzdem entführt wird, muß SOS senden (16), denn das erreichbare Telefon hat „0 und 9 Telefon-Ferngesprächssperre für Schwarz-Telefonisten" (12). Wer den Terror überlebt, darf sich wie James Bond fühlen: Ein elektronischer Papagei signalisiert „Ich liebe Dich" (10). Ein echtes James Bond-Buch der Elektronik also? Die Sache muß (einen) Haken haben, denn die technischen Fiktionen der J.B.-Filme werden frühestens in einigen Jahrzehnten wahr, wenn überhaupt: Vier Schaltungen darf man nicht benutzen, weil die Post es verbietet (z.B. ein „Peilgerät für Schwarz-Fernsehempfänger", Nr. 13), fünf sind „gewöhnliche" Schaltungen mit J.B.-Etikett (so wird aus einem Codeschloß — P.E. hat in Heft 4/77 eines veröffentlicht — ein „Nummern-Code-Schloß von Secret-Service-Büro") und weitere sieben passen „thematisch" nicht in die Terrorlandschaft, z.B. Ultraschall, ein Treppenhaus-Automat und eine Lichtschranke.
Was soll das Ganze also? Darüber gibt für gewöhnlich das Vorwort eines Buches Auskunft, also schauen wir dort mal hinein:
„... Spionage-Waffen der Zukunft ... Landesverteidigung ... Truppenbewegungen ... vernichten sich selbst ... Unterwasser-Killer ... Militärhäfen ... Demonstrationen ... das autonome Nervensystem ... Willen brechen ... stirbt jedes Lebewesen ... innere Blutungen ..." Dann wird's lustig: „... in diesem Buch auch elektronische Schaltungen, die aus der Unterhaltungselektronik stammen und den Leser aufheitern sollen." Das ist auch nötig, aber es kommt nicht genügend Aufheiterung zustande, so daß man keine Lust hat, sich mit den Schaltungen auch noch elektronisch auseinander zu setzen, zumal kaum anzunehmen ist, daß „echte" Geheimdienstler mit den hier beschriebenen Geräten heutzutage noch viel anfangen können. Nicht zu vergessen, daß einige der Geräte nicht betrieben werden dürfen. Der Autor weiß dies zwar, aber es heißt trotzdem:
„Agenten nehmen darauf keine Rücksicht. In der Spionage ist eben alles ‚erlaubt', was nicht entdeckt wird." Für weniger versierte Leser findet sich in dem Buch „... auch ein Verzeichnis von Firmen, über die man spezielle Bauteile leicht beziehen kann. So steht dem Nachbau der hier beschriebenen Schaltungen nichts mehr im Wege." So leicht kann man also Agent werden und es bleiben, bis man entdeckt wird.
Mit diesem Band sollen u.a. auch „Anregungen vermittelt werden, wie man sich vor Terror schützen kann." Wichtiger scheint zunächst jedoch der Schutz vor Autoren dieser Art.
Sollen die Thematik und die schauerliche Terminologie das Buch zu einem Geschäft (mit der Angst) machen? Der abgebildete vollelektronische Angstmacher ziert den Umschlag; hier gibt es allerdings Stilbrüche: Der Umschlag ist nur feuerrot statt blutrot. Das Buch ist in der Topp-Buchreihe (Frech-Verlag) erschienen und hat übrigens nicht die laufende Nummer 007.



Buchtip

Alles über Solartechnik

Hier ist etwas, das schnell auf den Tisch muß: eine gründlich recherchierte, populäre, umfassende und aktuelle Darstellung der Solartechnik.
Es ist alles in diesem Buch, was zum Thema Solartechnik gehört: die physikalischen Grundlagen, Anleitungen für eigene Versuche, der Stand der Technik (der ist gar nicht so ohne) und eine Menge Adressen von mehr oder weniger bekannten Firmen, die sich mit der Solartechnik beschäftigen und Bauelemente wie Kollektoren, Wärmepumpen bis hin zu kompletten Anlagen liefern.
Allerdings hat dieses Buch auch einen politischen Aspekt, den man nicht übersehen darf. Sich mit der Erschließung alternativer Energiequellen zu beschäftigen, bedeutet heutzutage zugleich, sich in die Diskussion um die Atomenergie einzumischen. Nicht erst seit der Volksabstimmung in Österreich über die Inbetriebnahme eines A-Kraftwerkes ist diese Diskussion politisch. Das Problem der Atommüllagerung ist ungelöst, somit gefährden die Befürworter der A-Kraftwerke fahrlässig die Zukunft ihrer Kinder. Moral ist auch eine politische Kategorie.
Deshalb muß alles, was alternative Energiequellen angeht, schnell auf den Tisch. Dem Autor kommt das Verdienst zu, mit dem Buch „Sonnenkraft" einen sehr ordentlichen Diskussionsbeitrag geleistet zu haben, weil er bestens informiert.



Sonnenkraft. Von C.C. Cobarg. 178 Seiten, zahlreiche Fotos, Tabellen und Grafiken. Preis DM 16,--. Topp-Buchreihe Elektronik, Band 405. Frech-Verlag Stuttgart. (Das ist derselbe wie links, er kann also auch anders!)

Mini-Midi

Ein kleiner Mittelwellen - Empfänger

Der Vorschlag, heutzutage einen MW-Empfänger in einfachster Ausführung zu bauen, kommt für manchen sicher unerwartet. Schließlich liegt die Zeit des Radiobastelns weit zurück, und die Entwicklung der Elektronik hat stürmische Fortschritte gemacht. Aber mancher alter Hase unter den Elektronikern, der vielleicht noch mit einem Detektor-Empfänger seine ersten Sprünge gemacht hat, wird sich freuen, dieses nostalgische Spielzeug hier mit modernen Halbleitern bestückt wiederzufinden. Ein häßliches Entlein in unserer Zeit der Mikroprozessoren, aber gewiß nicht ohne Charme.
Wem es mehr ums Basteln geht, der kann eine preiswertere Version aufbauen. Der Empfang ist dann auf meist zwei Sender beschränkt. In der etwas aufwendigeren Version wird ein IC verwendet. Die besseren Empfangseigenschaften machen das Gerätchen dann als Dudelkiste im Hobbyraum oder sonstwo durchaus brauchbar.

Die einfache Ausführung

Bild 1 zeigt die Grundschaltung des Mittelwellen-Empfängers. Der wichtigste Kreis ist die Parallelschaltung der Spule L1 mit dem Kondensator C1. Die Spule, die sich auf einem Ferritstab von 10 cm Länge befindet, setzt die elektromagnetischen Radiowellen in sehr kleine elektrische Spannungen um. Mit Hilfe der verstellbaren Kapazität C1 stimmt man den Minimidi auf den Sender ab.
Die Spannung, die an diesem Parallel-Schwingkreis entsteht, ist so gering, daß sie um ein Vielfaches verstärkt werden

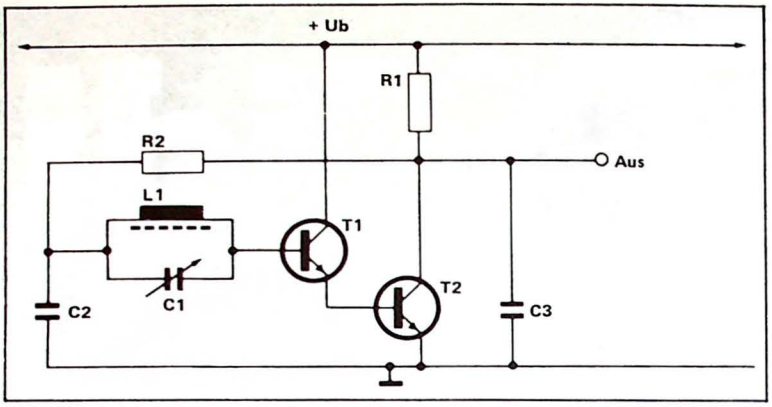
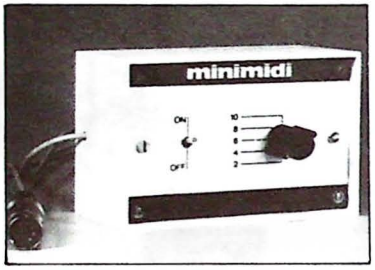


Bild 1. *Die Grundschaltung des Mittelwellen-Empfängers mit Transistoren. Der Emitterfolger T1 sorgt für eine hohe Abschlußimpedanz des Parallelschwingkreises L1/C1 und Transistor T2 macht die Verstärkung. Die Arbeitspunkteinstellung des Verstärkers erfolgt so, daß T2 gleichzeitig als Detektor wirkt.*

muß. Die Transistoren T1 und T2 bilden die Verstärkerstufe, wobei T1 als Emitterfolger, T2 als eigentlicher Verstärker in Kollektorschaltung ausgelegt ist. Der Eingangswiderstand des Emitterfolgers T1 ist sehr hoch, er belastet die hochfrequente Signalspannung des Parallelresonanzkreises L1/C1 nur sehr wenig.

Der Eingangswiderstand ist eine wichtige Größe, weil die Empfangsleistung des Gerätes von ihr stark abhängt. Schließt man den Resonanzkreis mit einem niederohmigen Widerstand ab, dann wird der Kreis gedämpft, d.h. die Selektivität (Trennschärfe) des Kreises verschwindet. Die Folge ist, daß man mehrere Sender mit benachbarten Sendefrequenzen gleichzeitig empfängt.

Die Arbeitspunkteinstellung (Gleichspannungseinstellung) der Verstärkerstufe T1, T2 erfolgt über die Widerstände R1 und R2. Am Kollektor von T2 erscheint die verstärkte Wechselspannung, sie ist der dank der Einstellung der Stufe vorhandenen Gleichspannung überlagert. Dieses „Gemisch" aus Gleichspannung und Wechselspannung wird über den Widerstand R2 und die Spule L1 auf die



Basis von T1 zurückgeführt. Tatsächlich erscheint an der Basis jedoch nur die Gleichspannung, weil der Wechselspannungsanteil in Kondensator C2 einen Kurzschluß nach Masse vorfindet und an dieser Stelle verschwindet. Die Gleichspannung gelangt über den niedrigen ohmschen Widerstand der Spule L1 auf die Basis des Transistors T1.

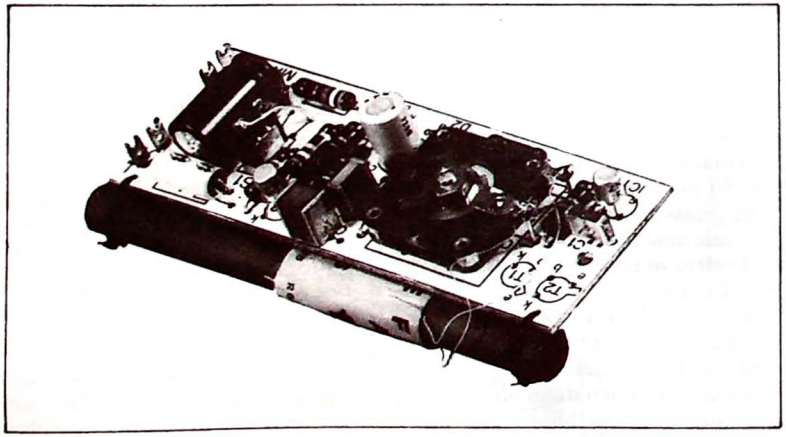
Durch die Wahl der Widerstandswerte R2 und R1 kann man den Arbeitspunkt der Verstärkerstufe, d.h. die Höhe der Gleichspannung am Kollektor von T2 einstellen. Von dieser Gleichspannung hängt auch der Basisstrom im ersten und im zweiten Transistor ab, denn die Kollektorspannung speist über R2 den Steuereingang des ersten Transistors, die Basis. Der Basisstrom wiederum bestimmt, wie weit der Transistor in den Leitzustand gesteuert wird und wie hoch schließlich die Gleichspannung an der Basis tatsächlich ist.

Diese Art der Einstellung stabilisiert sich in gewissem Umfang selbst gegen Schwankungen der Speisespannung und gegen Temperaturschwankungen. Wie geht das im einzelnen?

Sollte die Versorgungsspannung absinken, so sinkt im ersten Moment auch die Spannung am Kollektor von T2. Das hat zur Folge, daß durch Widerstand R2 ein kleinerer Strom in die Basis von T1 und damit auch ein kleinerer Strom in die Basis von T2 fließt. Ein geringerer Basisstrom in T2 führt über den Verstärkungsfaktor des Transistors auch zu einem kleineren Kollektorstrom. Somit fällt am Kollektorwiderstand R1 weniger Spannung ab, auf Masse bezogen steigt das Kollektorpotential an. Dieser Anstieg wirkt der angenommenen Abnahme der Kollektorspannung entgegen. Die Schaltung stabilisiert sich somit über den Gegenkopplungswiderstand R2. Diese Stabilisierung funktioniert natürlich auch umgekehrt, also bei einem Anstieg der Speisespannung. Man kann auch hierfür die Vorgänge in Gedanken nachvollziehen.

Detektieren

Die Trennung der Hochfrequenz von der ihr überlagerten Niederfrequenz geschieht im Detektor. An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, daß in der nächsten Ausgabe die für Anfänger etwas komplizierte Geschichte mit der NF-modulierten Hochfrequenz erläutert wird. An dem „heißen" Ende der Spule - das ist die Seite, die an der Basis von T1 liegt, denn die andere Seite liegt über C2 wechselspannungsmäßig an Masse und ist somit „kalt" - liegt ein hochfrequentes Signal, das mit Hilfe des Drehkondensators C1 aus dem „Senderangebot ausselektiert wird, indem man die Resonanzfrequenz des Kreises mit Hilfe des Drehkos auf die betreffende Senderfrequenz einstellt. Die Hochfrequenz wurde senderseitig mit dem NF-Signal in ihrer Amplitude moduliert. Wie



Baukosten-Voranschlag
DM 35,-
mit Gehäuse

trennt man nun Hochfrequenz und Niederfrequenz voneinander, um die NF, die das zu übertragende Nutzsignal darstellt, zu gewinnen? Mit einem Kondensator, der so bemessen ist, daß er für die HF eine niedrige, für die NF aber eine hohe Impedanz hat, geht es jedenfalls nicht. Er würde bei Modulation der HF den Mittelwert bilden aus den positiven und negativen Halbwellen der HF, und dieser Mittelwert hat denselben Betrag wie die unmodulierte HF. Wenn man jedoch dafür sorgt, daß der Kondensator nur eine Halbwelle zum Integrieren „bekommt", so entsteht an ihm bei passender Dimensionierung das gewünschte NF-Signal.

Wie man aus der HF-Vollwelle eine Halbwelle bekommt, kann man sich leicht denken: durch Gleichrichtung. In Bild 1 sucht man jedoch vergeblich nach einer Gleichrichterdiode. Es geht auch so, daß man eine Verstärkerstufe so einstellt, daß sie nicht symmetrisch ausgesteuert werden kann, sondern nur wahlweise die positive oder die negative Halbwelle zum Steuern des Transistors genutzt wird. Dabei kombiniert man Gleichrichtung und Verstärkung. So wirkt die Verstärkerstufe in Bild 1. Hinter dem zweiten Transistor liegt der Kondensator, der die HF-Reste absiebt, wie das genannt wird.

Alternative mit IC

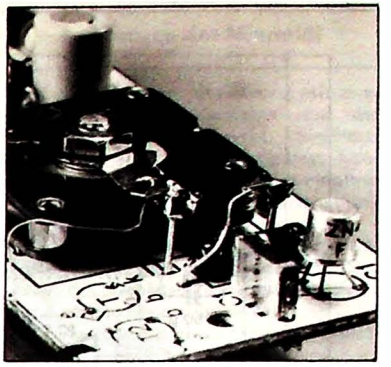
Bild 2 zeigt eine alternative Ausführung des MW-Empfängers mit einem speziellen IC. Bis auf diesen Baustein, der die beiden Transistoren aus Bild 1 ersetzt, sind die Schaltungen Bild 1 und Bild 2 voll identisch.

Das IC ZN 414 von Ferranti besitzt drei Anschlüsse und hat ein Gehäuse wie z.B. der BC 107 (Bild 7).

Das Innenleben des ICs ist in Bild 3 dargestellt. Die Eingangsstufe hat einen Eingangswiderstand von ca. 4 M-Ohm, das IC eignet sich in dieser Hinsicht also sehr gut als Verstärker, der unmittelbar an den Schwingkreis gekoppelt werden soll. Die weiteren Stufen 1, 2 und 3 dienen zur Verstärkung des HF-Signals. Die Detektorstufe richtet das Signal gleich, am Ausgang erscheinen das NF-Signal und Reste der HF. Kondensator C3 beseitigt die HF-Anteile.

Der wichtigste Vorteil der Schaltung mit dem IC ZN 414 liegt in dem hohen Eingangswiderstand, der den Schwingkreis L1/C1 kaum belastet, so daß sich die für einen Einkreis-Empfänger optimale Selektivität ergibt.

Der Print für den Minimidi ist so ausgelegt, daß man zwischen der Schaltung Bild 1 mit den beiden Transistoren und



der Schaltung 2 mit dem IC wählen kann. Für beide Bestückungen ist der Print vorbereitet.

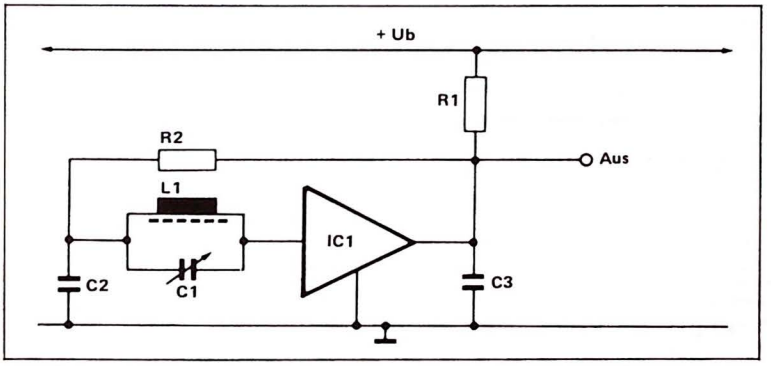


Bild 2. *Die Grundschaltung des MW-Empfängers mit IC. Der Vorteil dieser Schaltung ist der höhere Eingangswiderstand, der den Parallelschwingkreis L1/C1 nur sehr wenig belastet.*

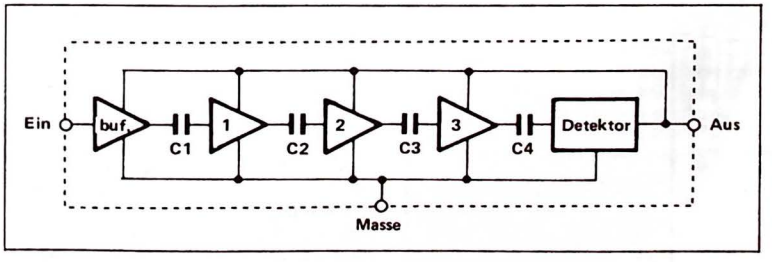


Bild 3. *Das Prinzipschaltbild der internen Funktionsgruppen im IC ZN 414. Auf den Impedanzwandler (Puffer) folgen drei Verstärkerstufen. Der Detektor erzeugt aus der amplitudenmodulierten HF-Spannung das NF-Signal.*

Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5 %

R1, R6	*= 100*	*k-Ohm*
R2	*= 680*	*Ohm*
R3	*= 3,9*	*k-Ohm*
R4	*= 150*	*Ohm*
R5	*= 390*	*k-Ohm*
R7	*= 10*	*k-Ohm*
R8	*= 470*	*Ohm*

KONDENSATOREN

C1	*= 10 nF, z.B. Siemens MKH*
C2	*= Miniatur-Drehkondensator 250 pF mit festem Dielektrikum, Einbaumaße 24 x 24 mm*
C3	*= 150 nF, Siemens MKH*
C4	*= 470 nF, Siemens MKH*
C5	*= 10 µF, min. 16 V, Printausf.*
C6	*= 4,7 µF, min. 16 V, Printausf.*
C7	*= 220 µF, min. 16 V, Printausf.*

HALBLEITER

D1, D2	*= 1N 4148 (1N 914)*
T1	*= BC 547, BC 107 oder äquiv.*
IC1	*= ZN 414 (Ferranti)*

SONSTIGES

L1	*=Ferritstab 10 cm, 8...10 mm Ø (s. Text)*
S1	*= Miniatur-Kippschalter 1xEIN*
B1	*= Flachbatterie 4,5 V*
4 x	*Lötstifte RTM*
4 x	*Steckschuhe RF*
1 x	*Bed.-Knopf f. Achse 6 mm Ø*
2 x	*Abstandsröhrchen 5 mm*
2 x	*Schrauben M3 x 15 mm*
2 x	*Muttern M3*
1 x	*DIN (Kabel-) Stecker, 5 pol.*
1 x	*Gehäuse Teko P/2*
1 x	*Print nach Bild 5/6*

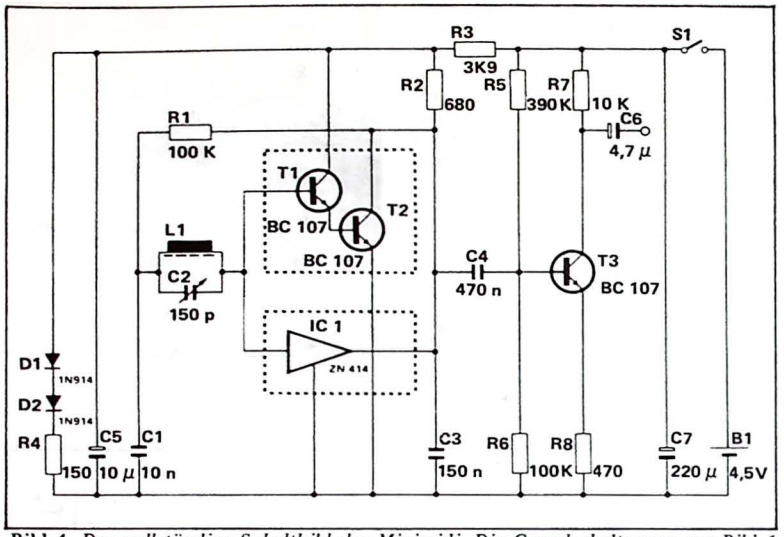


Bild 4. *Das vollständige Schaltbild des Minimidi. Die Grundschaltungen aus Bild 1 und Bild 2 sind deutlich wieder zu erkennen. Baut man die Version mit IC, so entfällt der gestrichelte Teil der Schaltung mit den Transistoren T1 und T2.*

Das vollständige Schaltbild

ist in Bild 4 angegeben.
Gegenüber der bisher besprochenen Prinzipschaltung hat sich das Gerät um einen Ein-Transistor-Verstärker ausgedehnt, der das NF-Signal so weit verstärkt, daß seine Amplitude dem Eingangspegel üblicher NF-Verstärker entspricht.
Die Verstärkung dieser Stufe errechnet sich aus dem Verhältnis der Widerstände R7 und R8, er beträgt hier somit ca. 20. Mit diesem Wert stellt sich eine Ausgangsspannung von ca. 300 Millivolt ein, das reicht für übliche NF-Verstärker-Eingänge zur Vollaussteuerung.
Die Stromversorgung der Schaltung erfolgt aus einer Flachbatterie 4,5 Volt. Elko C7 hat die Aufgabe, die Speisespannungsquelle für Wechselspannung sehr niederohmig zu machen, weil sonst Funktionsstörungen der Schaltung auftreten können.
Die Speisespannung für die beiden Transistoren (oder das IC) ist niedriger als die Batteriespannung, sie beträgt etwa 1,7 Volt. Dieser Wert ergibt sich aus der Reihenschaltung der beiden Dioden D1, D2 und dem Spannungsabfall an Widerstand R4. C5 stabilisiert diese Spannung zusätzlich. Die ganze Anordnung hat den Zweck, die Versorgungsspannung für die jeweilige Verstärkeranordnung von der übrigen Speisespannung zu entkoppeln und zusätzlich zu stabilisieren.

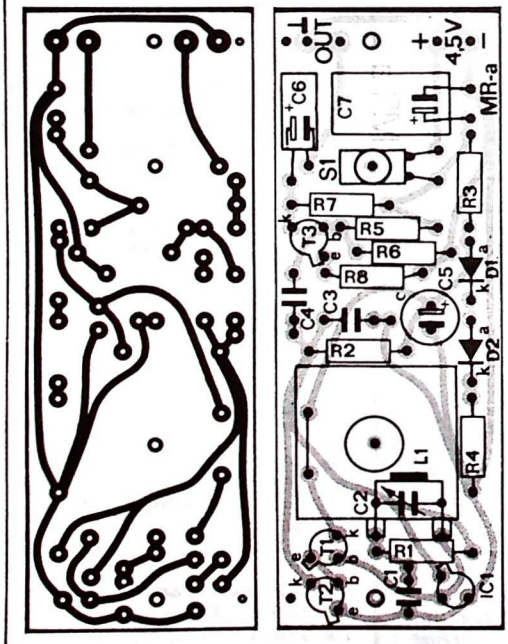
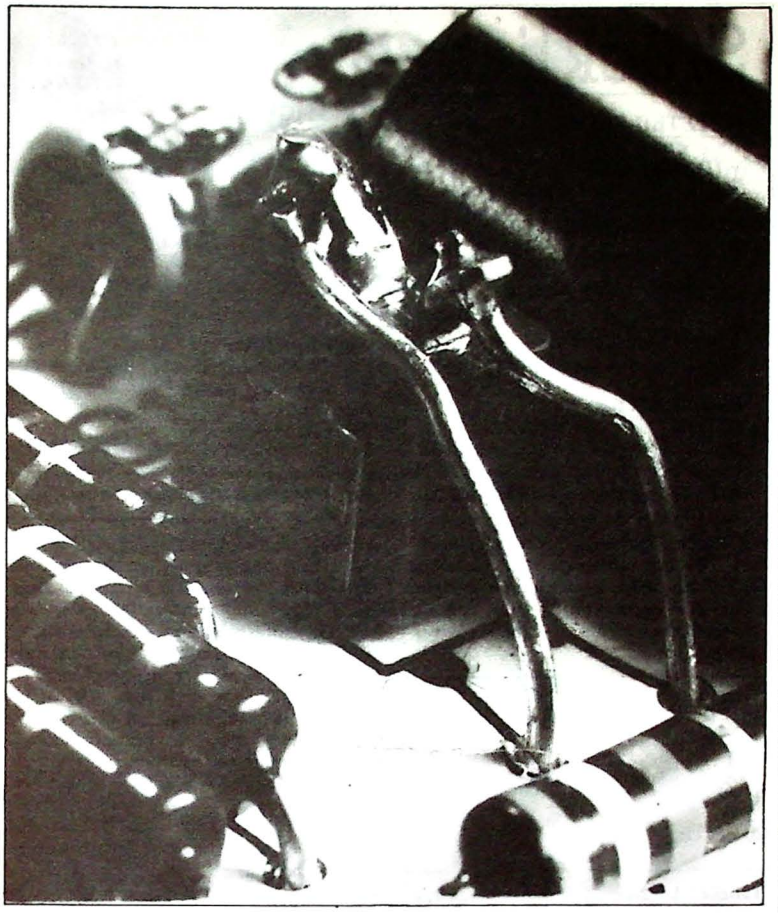


Bild 5. *Das Printlayout für den Mini-Midi. Vier Bohrungen dienen nicht zum Bestücken, sondern zum Befestigen des Prints, für den Drehko und für den Schalter.*

Bild 6. *Der Bestückungsplan für den Mini-Midi. die Spule L1 ist nicht eingezeichnet, da sie nach der Montage außerhalb der Printfläche liegt.*

Bauhinweise

Der Print für den Minimidi ist in Bild 5 dargestellt. Die Abmessungen des Prints sind so gewählt, daß die Schaltung in das in der Stückliste angegebene Gehäuse paßt.
Die Bestückung geht aus Bild 6 hervor. Vor dem Einbau des Drehkos C2 muß die Drahtbrücke eingelötet werden. In umgekehrter Reihenfolge geht es nicht. Anschließend lötet man die Lötstifte ein und dann nach und nach die übrigen Bauteile. Die Elkos C7 und C8 müssen liegend montiert werden, damit die Einbautiefe, die das Gehäuse ermöglicht, nicht überschritten wird. Es sei hier noch einmal ausdrücklich darauf hingewiesen, daß man entweder T1 und T2 einlötet oder IC1, keinesfalls alle drei Bauteile.
Schalter S1 ist ein Miniatur-Kippschalter, der auf der Kupferseite des Prints verschraubt wird. Auf der Bestückungsseite befinden sich dann der Körper und die Anschlüsse, von denen zwei blanke Drahtenden durch die zuständigen Printbohrungen geführt und auf der Kupferseite angelötet werden (siehe betreffendes Detailfoto).
Im Labormodell wurde ein Drehkondensator mit der Endkapazität 300 pF verwendet, der auch durch einen 250 pF-Typ oder notfalls durch einen 500 pF-Typ ersetzt werden kann. Wenn der Empfangsbereich nicht ganz stimmt, so daß vielleicht gerade ein Sender, der am Ende der MW-Skala liegt, nicht empfangen wird, so kann man den Bereich verschieben, indem man einige Windungen mehr oder weniger auf den Ferritstab wickelt. Hier geht dann die Experimentiererei früherer Zeiten wieder los.
Der Ferritstab sollte einen Durchmesser von 8 oder 10 mm haben und 100 mm lang sein. Die Anzahl der Windungen beträgt 54. Mit dem Bewickeln der Spule kann man etwas experimentieren, weil sich dabei der Empfangsbereich verschiebt.
Als Wickeldraht eignet sich Kupferlack-



draht (CuL). Die fertige Spule wird mit Isolierband auf dem Ferritstab fixiert, damit sie nicht hin- und herwandert. An die Enden der Spule lötet man ein Stück hochflexible Litze, die mit den Anschlüssen des Drehkos auf kurzem Wege verbunden werden. Der Kupferlackdraht, der mit der Litze zu verlöten ist, muß vorher an seinen Enden sauber verzinnt werden.
Die Arbeit des Selberwickelns kann man sich sparen, wenn man einen passenden Ferritstab komplett mit Spule hat. Möglicherweise liegt ein defektes MW-Radio mit Drehko und bewickeltem Ferritstab in der Bastelkiste.
Zur Befestigung des Stabes sind in zwei Ecken des Prints Löcher vorgesehen. Mit dickerem Bindfaden, der durch die Bohrung geführt wird, und mit einem Knoten läßt sich der Stab anbinden.

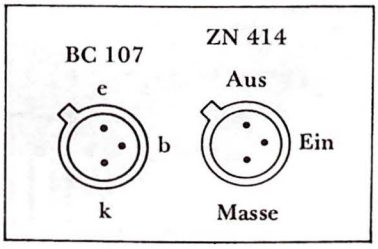


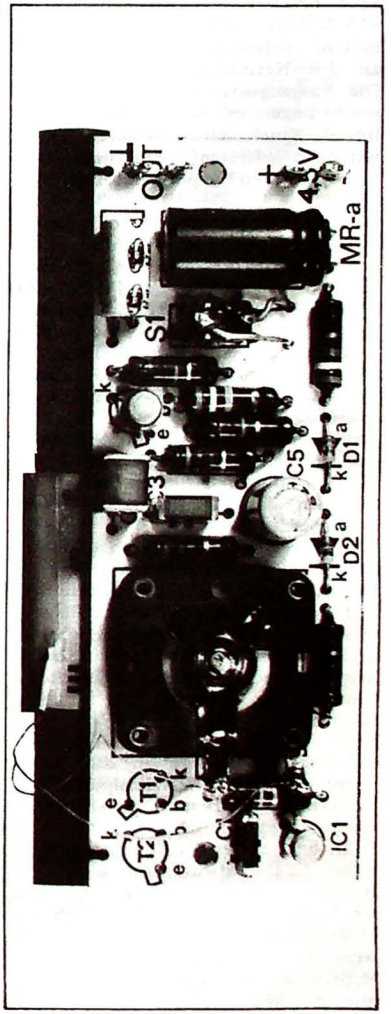
Bild 7. *Die Anschlußbelegung der in dieser Baubeschreibung verwendeten Halbleiter.*

Gehäuseeinbau

Nicht nur der Print, sondern auch die Batterie findet im Gehäuse Platz.
Anhand des Prints lassen sich die in der Frontplatte erforderlichen Bohrungen genau ausmessen und festlegen. Erforderlich sind vier Bohrungen: zwei für die Befestigung des Prints, eine mit ca. 5 mm Durchmesser zur Durchführung des Schalter-Knebels und eine von ca. 7 mm für die Achse des Drehkos.
An einer Gehäuseseite oder hinten wird das Anschlußkabel herausgeführt. Dieses einadrige, abgeschirmte Kabel bekommt einen alten 3poligen oder einen neuen 5poligen Diodenstecker zum Anschluß an den Verstärker. Die Abschirmung kommt an Pin 2 des Steckers (mittlerer Anschluß), der „heiße" Signaldraht an die Anschlüsse 3 und 5.

Leistungen des Minimidi

In der preiswerten Ausführung mit zwei Transistoren als Verstärker sind die Empfangsleistungen nicht berühmt. Wenn man nicht zu ungünstig liegt, können meist mehr als zwei Sender empfangen werden. Mit der IC-Ausführung dürften es vier oder fünf sein.
Jede Ferritantenne ist richtungsempfindlich, d.h. daß man durch eine Drehung des Gehäuses die beste Stellung der Antenne herausfinden kann.
Die Schaltung hat einen Stromverbrauch von ca. 1,2 Milli-Ampere.
Wie bereits erwähnt, soll in der nächsten Ausgabe ein theoretischer Artikel folgen, der sich mit Fragen der Modulation und mit dem „Schwingkreis", dem berühmten, ein wenig beschäftigt, denn selbstverständlich soll auch die Baubeschreibung eines Empfängers ausreichend mit Grundlagen bestückt sein.



Fortsetzung von Seite 16

Test

Den Anfang macht der Netzteilprint. Zunächst wird eine LED mit Steckschuhen versehen und mit richtiger Polarität auf die für ihren Anschluß vorgesehenen Lötstifte gesteckt. Hier ist zu beachten, daß die LED mit -5 V gespeist wird, um auch „die andere Seite" ein wenig zu belasten. Daher liegt die Anode der LED (D1) an Masse! Bei Anlegen der Netzspannung muß die LED aufleuchten, damit erweckt sie berechtigte Hoffnungen, daß alles in Ordnung ist. Übrigens, der Netztrafo ist kurzschlußfest (laut Herstellerangabe), um sein Leben braucht man also nicht zu fürchten.

Die Ausgangsspannungen +5 V, -5 V, +15 V und -15 V müssen nun an den betreffenden Lötstiften zu messen sein. Hat man etwas „dickere" Widerstände zur Verfügung, d.h. 15 Ohm/2 W für +5 V bzw. -5 V und 330 Ohm/1 W für +15 V bzw. -15 V, so kann man die spätere Belastung aufeinanderfolgend an den Netzteilausgängen simulieren. Die Ausgangsspannung muß unter diesen Bedingungen „stehen". Bei einwandfreien Bauelementen können Fehler nur dann auftreten, wenn Dioden oder Kondensatoren verpolt eingebaut wurden.

Hat die Stromversorgung die Prüfung mit „gut" bestanden, so wird sie an den vorgesehenen drei Punkten mit Hilfe 25 mm langer Abstandsröhrchen mit dem Basisprint verschraubt. Dabei muß Kupfer zu Kupfer zeigen, die Kupferseiten der beiden Platinen bilden also die Innenseiten der Sandwich-Konstruktion. Selbstverständlich: Vorher Netzspannung entfernen!

Zwei kurze, beidseitig mit Steckschuhen versehene Leitungen stellen nun die Verbindung zwischen den +5 V- und den Masseanschlüssen der beiden Prints her.

Mit dem Umschalter S1 (Basisprint) lassen sich Torzeiten von 0,01 s, 0,1 s, 1 s und 10 s einstellen, er wird in Stellung 4 = 1 s gebracht. Die Tabelle zeigt den Zusammenhang zwischen Schalterstellung und Torzeit. Die Schalterstellungen 5 und 6 werden vorläufig nicht benutzt, sie sind für Erweiterungen vorgesehen.

Nach Anlegen der Netzspannung muß das Display .000 anzeigen, dabei ist zu vermerken, daß der Dezimalpunkt stets die kHz-Marke darstellt, so will es die interne Logik von IC1.

Sollte bei Anlegen der Netzspannung die grüne LED aufleuchten, so ist der Hold-Schalter S2 zu betätigen. Dieser Schalter hält in Stellung EIN das Meßergebnis in der Anzeige fest; das erweist sich als praktisch, wenn man Meßreihen durchführt und die Ergebnisse notieren will. Normalerweise mißt der Zähler fortlaufend mit einer Pause von 200 ms zwischen den einzelnen Meßzyklen. Beim Durchfahren der vier ersten Stellungen von S1 muß sich die Anzeige entsprechend Tabelle I verhalten.

Stückliste

NETZTEILPRINT

WIDERSTAND

R1	*= 150*	*Ohm, 1/2 Watt*

KONDENSATOREN

C1, C2	*= 1000 µF/16 V RM 5 o. 7,5*
C3, C4	*= 470 µF/25 V RM 5 o. 7,5*
C5, C6, C7, C8	*= 4,7 µF/ 25 V Tantal*

HALBLEITER

D1....D8	*=1 N 4002*
D9	*= LED grün, mit Fassung*
IC1	*= 7805 (TO-220)*
IC2	*= 7905 (TO-220)*
IC3	*= 78L15 (TO-92)*
IC4	*= 79L15 (TO-92)*

SONSTIGES

Tr1	*= Flachtrafo Typ 82, 2 x 0-8-15 V/17 VA Pladwig, Itzehoe*
S1	*= Netzschalter 2 xEIN, 250 V/ 2,5 A*
F1	*= Sicherung 250 mA mittelträge*
2 x	*Fingerkühlkörper für TO-220, 28 mm lang, 25 mm Kühlfinger*
1 x	*Sicherungshalter, Printausf.*
2 x	*Schrauben M3x8*
2 x	*Muttern M3*
10 x	*Lötstifte RTM*
10 x	*Steckschuhe RF*
1 x	*Print nach Bild 7/8*

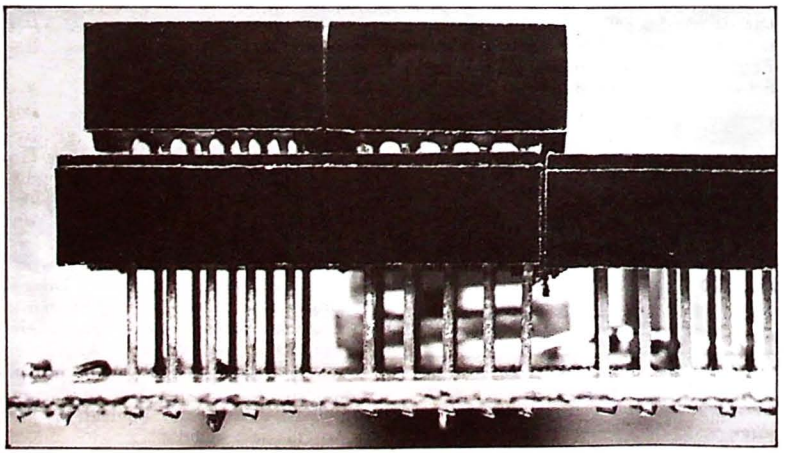
S 1	Torzeit	Display
1	*0,01 s*	*.0*
2	*0,1 s*	*.00*
3	*1 s*	*.000*
4	*10 s*	*.0000*

Tabelle I. *Der Zusammenhang zwischen Schalterstellung, Torzeit und Position des Dezimalpunktes.*

Ist soweit alles in Ordnung, so kann eine Impulsfolge oder eine Wechselspannung an die Meßeingänge gelegt werden, sie muß TTL-verträglich sein. Das bedeutet: Die Amplitude darf U_S = 5 V nicht überschreiten. Die Form (Sinus, Dreieck oder Rechteck) ist dabei nebensächlich, da der Schmitt-Trigger im Eingang (IC2) die Impulse so aufbereitet, daß sie für den Eingang von IC1 verdaulich sind. An anderer Stelle dieses Heftes ist ein einfacher Prüfgenerator beschrieben, er liefert geeignete Impulse, um den Zähler in allen Lebenslagen zu überprüfen.

Der genaue Abgelich des 10 MHz-Quarzes wirft Probleme für den Hobby-Elektroniker auf, da hierzu aufwendige Meßgeräte erforderlich sind. Für die erste Prüfung des Zählers genügt es, den Trimmer C1 etwa 1/3 herauszudrehen. Bei der Funktionsbeschreibung wird näher auf die Problematik eingegangen.

Mit dem Sandwich lassen sich unter den angegebenen Bedingungen nunmehr schon Frequenzmessungen durchführen, dabei ist stets zu beachten, daß unter keinen Umständen Meßspannung anliegen darf, bevor IC1 mit Betriebsspannung versorgt ist! Im nächsten Heft wird der Einbau in ein Gehäuse beschrieben. Ein Vorverstärker, der die Eingangsempfindlichkeit auf 50 mV steigert, ist für Heft 4/79 geplant.

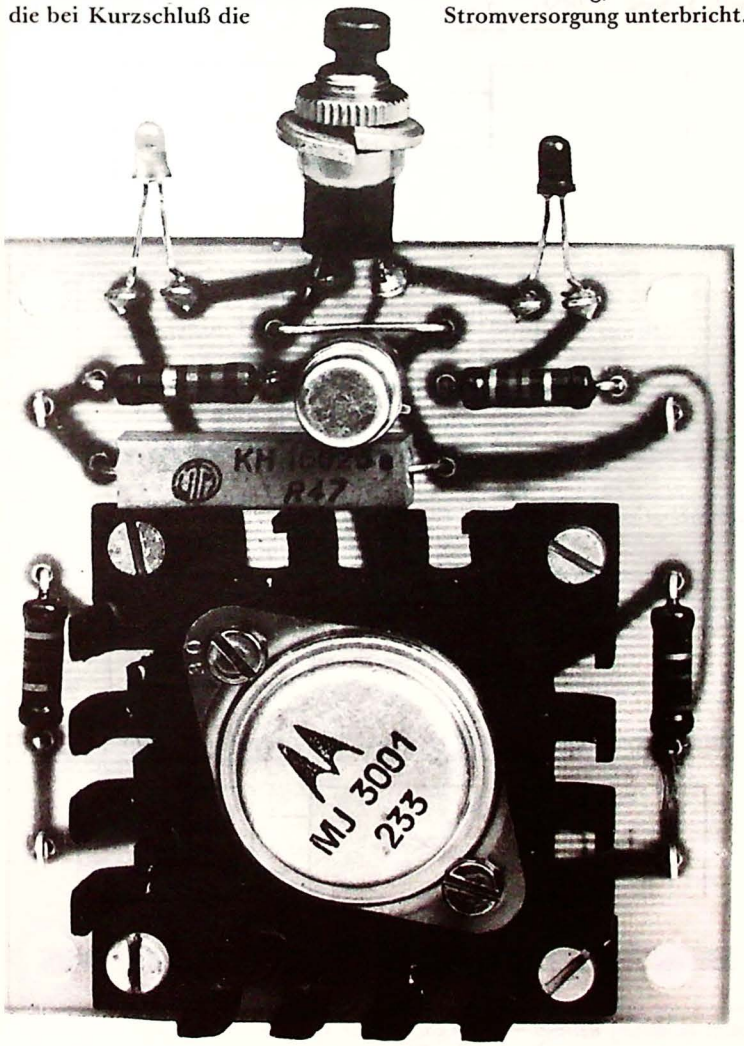


DC-Fuse

Elektronische Sicherung im Gleichstromkreis

Die schweren Stunden im Leben eines Freizeitelektronikers brechen an, wenn eine Schaltung, mit der er gerade experimentiert, unerwartet Auflösungserscheinungen zeigt. Ein Mißgeschick passiert, etwa ein herumliegendes Werkzeug macht einen „Kurzen" oder man ist einen kurzen Moment unkonzentriert, macht etwas falsch - und schon ist ein Bauelement hinüber.

Wenn man das betreffende Bauelement nicht inmittelbar ersetzen und weiterexperimentieren kann, das ist oft hart. Schutz vor solchen Enttäuschungen kann nur die Elektronik selbst bieten. Bei einem Kurzschluß ist es immer der hohe Strom, der meistens einen Halbleiter zerstört. Der wirksamste Schutz ist somit eine Sicherung, die bei Kurzschluß die Stromversorgung unterbricht.



Früher, im Zeitalter der Röhrenelektronik, war es gewöhnlich so, daß man den Aufwand für das Netzteil eines elektronischen Gerätes relativ niedrig halten konnte. Ein Trafo, eine Gleichrichterröhre und ein Elko genügten in der Regel.

Gab es versehentlich einen Kurzschluß der Speisespannung, so war das noch kein Beinbruch. Der Trafo brummte, die Anodenbleche der Gleichrichterröhren bekamen dank des intensiven Elektronenbeschusses „rote Backen" und über der Röhre war ein eigentümlicher Geruch festzustellen. Dabei blieb es dann, bis die Schmelzsicherung durchbrannte.

Der Innenwiderstand des Netzteils war so hoch, daß auch im Kurzschlußfall die beteiligten Bauelemente nicht oder nur selten Schaden nehmen konnten. In einem Röhrennetzteil setzt sich der Innenwiderstand aus dem Innenwiderstand von Trafo und Gleichrichterröhre seriell zusammen.

Die Halbleiterschaltungen unserer Tage stellen regelmäßig ganz andere Anforderungen an ihr Netzteil als früher die Röhrengeräte. So ist bekanntlich die Speisespannung für einen NF-Endverstärker mit Halbleitern sehr viel niedriger. Will man bei dieser niedrigen Speisespannung dem Verstärker eine hohe Leistung entnehmen, so müssen Netzteil und Verstärker einen hohen Strom abgeben können.

Für jedes Netzteil gilt, daß die hohe Belastung nicht zu einer Abnahme der Spannung führen darf. Das Netzteil darf auf wechselnde Belastung nicht mit Änderung der Spannung reagieren. Zwar sind auch die besten Netzteile in dieser Hinsicht nicht ideal, aber es gibt doch sehr große Unterschiede im Verhalten unter wechselnden Lastbedingungen. Maßgebend ist der Innenwiderstand, der die Qualität eines Netzteils ausmacht. Je niedriger er ist, desto besser.

Also ist man bemüht, den Innenwiderstand niedrig zu halten. Die Gleichrichterdioden haben einen vorgegebenen Widerstand, aber den des Trafos kann man niedrig machen. Stabilisierungsschaltungen arbeiten fast immer mit einem Längstransistor, auf den ersten Blick könnte man meinen, daß er den Innenwiderstand heraufsetzt. Ausschlaggebend ist aber das dynamische Verhalten, die Reaktion der Schaltung auf Laständerungen. Die Stabilisierungsschaltung verringert auf jeden Fall den Innenwiderstand gegenüber dem unstabilisierten Netzteil.

Wenn ein halbleiterbestücktes Netzteil kurzgeschlossen wird, kann man mindestens ein Bauelement abschreiben. In einem stabilisierten Netzteil ist es regelmäßig der (Leistungs-) Längstransistor, der als Emitterfolger geschaltet ist und beim Kurzschluß einen Lastwiderstand Null Ohm hat. Das verträgt er nicht. Im unstabilisierten Netzteil ist es

der Gleichrichter, den es erwischt. Ist er überdimensioniert und hält den Strom aus, dann muß nach einiger Zeit der Trafo daran glauben. Er kann allerdings durch eine Schmelzsicherung geschützt werden, im Gegensatz zum Transistor oder zur Gleichrichterdiode, weil die Sicherung für die empfindlichen Halbleiter viel zu träge ist. Der hohe Kurzschlußstrom erzeugt in kurzer Zeit im Halbleiter eine Wärmemenge, die nicht schnell genug abgeführt wird und den Kristall durch Überhitzen zerstört.
Netzteile für Halbleiterschaltungen sollten somit eine Kurzschlußsicherung enthalten, zumindest eine Strombegrenzung.
Die DC-Fuse, zum nachträglichen Einbau in Netzteile oder auf Strom zu überwachende Gleichstromkreise gedacht, ist eine echte Sicherung, sie schaltet ab.

Einsatzmöglichkeiten

Zunächst soll besprochen werden, was die DC-Fuse kann und was nicht.
Die Schaltung läßt sich im Prinzip mit jedem Gleichspannungsnetzteil verbinden, dessen Ausgangsspannung nicht über 60 Volt liegt und an dessen Stabilisierungseigenschaften keine allzu großen Forderungen gestellt werden. Da aber bestimmte Bauelemente der Schaltung an die Ausgangsspannung des Netzteils angepaßt werden müssen, ist DC-Fuse nicht an Netzteilen mit einstellbarer Ausgangsspannung zu verwenden.
Je besser das abzusichernde Netzteil ist, d.h. je niedriger sein Innenwiderstand, um so nachteiliger beeinflußt DC-Fuse die Stabilisierung. Eine in der Praxis kaum störende Erscheinung, die aber dem Anwender bekannt sein sollte: Die Schaltung „verbraucht" von der Ausgangsspannung für sich selbst ca. 1...2 V, die dem Verbraucher nicht mehr zur Verfügung stehen.
Eine letzte Einschränkung der Einsatzmöglichkeiten: Wenn sich im Verbraucher Kondensatoren befinden, werden diese beim Einschalten mit einem Stromstoß geladen, dessen Spitzenwert im allgemeinen um so höher ist, je je höher die betreffenden Kapazitätswerte sind. Die elektronische Sicherung interpretiert diesen Stromstoß als Kurzschlußstrom und schaltet die Spannung ab. Wenn sich allerdings in den Zuleitungen zu den Kapazitäten Widerstände befinden, ist der Einschaltvorgang unkritisch, weil dank der Widerstände kein Kurzschlußstrom mehr auftreten kann, lediglich ein Ladestromstoß, der die Ansprechgrenze von DC-Fuse nicht erreicht.
Soweit die Einsatzbeschränkungen, jetzt zu den typischen Anwendungen.
Die elektronische Sicherung bietet sich unmittelbar zur Überwachung der Versorgungs-Stromleitung in Experimentieraufbauten an. Nicht jeder Hobby-Elek-

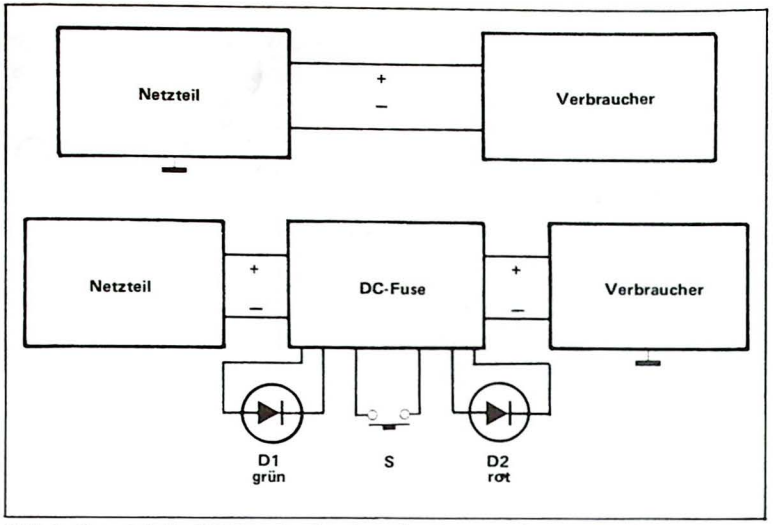


Bild 1. *So wird die DC-Fuse in einer bestehenden Anordnung zwischengeschaltet.*

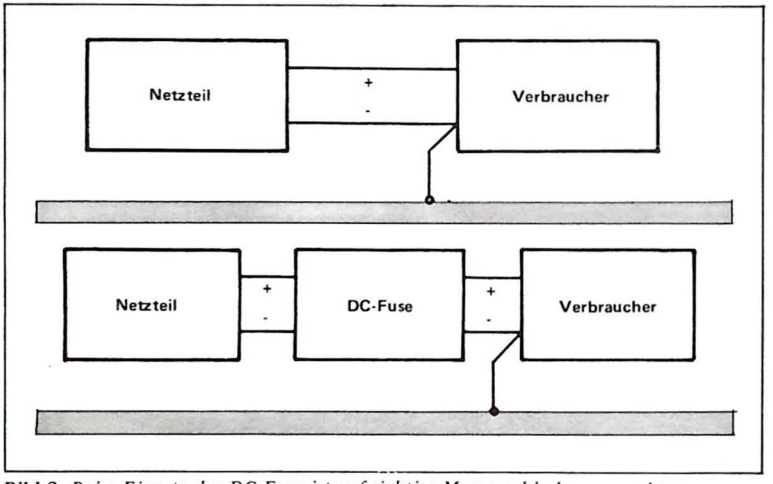


Bild 2. *Beim Einsatz der DC-Fuse ist auf richtige Masseverbindung zu achten.*

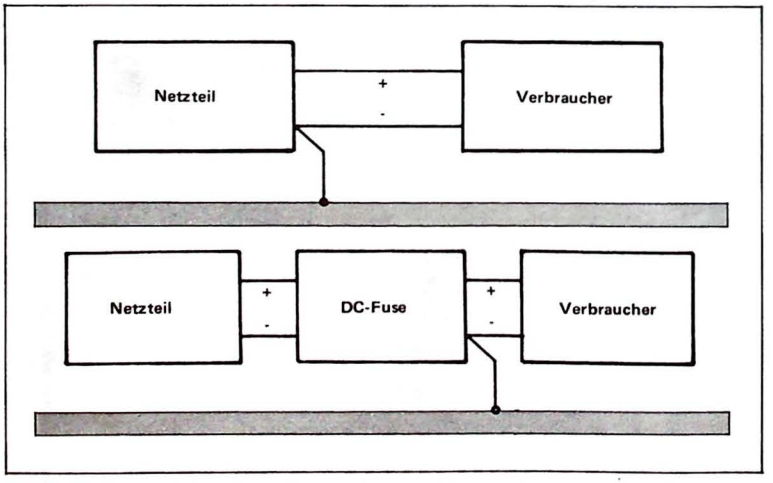


Bild 3. *In diesem Beispiel muß die vorhandene Masseverbindung geändert werden.*

troniker besitzt ein einstellbares, stabilisiertes Netzteil mit eigener Strombegrenzung oder Überstromsicherung, mit dem er seinen Versuchsaufbau unter Spannung setzten kann. Oft hilft er sich mit einem „fliegend" aufgebauten Netzteil, das ist eine bekannte Praxis. Die Sache nicht gefahrlos. Ein Kurzschluß im Experimentieraufbau kann nicht nur dort zur Zerstörung teurer Bauteile führen, sondern auch dem Netzteil gefährlich werden. Das Risiko läßt sich mit DC-Fuse weitgehend vermeiden. Die Schaltung , wenn sie erst einmal vorhanden ist, muß mit drei, in Abhängigkeit von der Versorgungsspannung für das Experiment zu dimensionierenden Widerständen bestückt werden (wie das geht, wird später gezeigt), dann ist sie einsatzbereit.

Die Absicherung von Leistungsverstärkern ist ein weiteres Anwendungsgebiet von DC-Fuse. Die wenigsten NF-Endverstärker haben im Ausgang eine Sicherung. Ein Kurzschluß führt im allgemeinen nicht nur zur Zerstörung der Endstufentransistoren, sondern auch zu weiteren Schäden in Vorstufen und im Netzteil. Eine elektronische Sicherung, die schnell anspricht, kann hier das Ärgste vermeiden helfen.

Die DC-Fuse zwischen Netzteil und Verbraucher

Die Darstellung in Bild 1 zeigt, wie die DC-Fuse zwischengeschaltet wird. Man verbindet den positiven Ausgang des Netzteils mit dem positiven Eingang der DC-Fuse, ihren positiven Ausgang mit dem positiven Eingang des Verbrauchers. Mit den negativen Anschlüssen verfährt man ebenso.

In Bild 1 fällt dem aufmerksamen Betrachter eine Eigentümlichkeit auf: Der Masseanschluß befindet sich in der oberen Schaltung (ohne DC-Fuse) am Netzteil, in der unteren Schaltung am Verbraucher. Die Bilder 2 und 3 zeigen die praktische Ausführung der Masseverbindung. In Bild 2 könnte es sich z.B. um einen NF-Verstärker handeln, dessen kalter Eingangsanschluß mit Masse verbunden ist.

Hier eine kurze Zwischenbemerkung: Als Masse wird in diesem Zusammenhang das Chassis bezeichnet, die Metallkonstruktion, in die der als Beispiel erwähnte Verstärker eingebaut ist. Die Verbindung zwischen einem der Eingangsanschlüsse und dem Chassis erfolgt, um Brummen und andere störende Effekte zu verhindern.

Wird in Bild 2 die DC-Fuse zwischen das Netzteil und den Verbraucher geschaltet, so ist die Sache sehr einfach: Man unterbricht die beiden vorhandenen Verbindungen der Speisespannung und schaltet die elektronische Sicherung dazwischen. Die Masseverbindung des Verbrauchers bleibt bestehen.

In Bild 3 ist eine schwierigere Situation dargestellt, hier liegt die Masseverbindung unmittelbar zwischen dem Minuspol des Netzteils und seinem Chassis. In diesem Fall muß der Masseanschluß am Netzteil gelöst werden, er kommt an den Minus-Ausgang der DC-Fuse.

Zurück zu Bild 1. Die elektronische Sicherung enthält zwei Leuchtdioden D1 und D2. Sie dienen zur Anzeige des Betriebszustandes der elektronischen Sicherung. Solange der Verbraucherstrom unter dem Wert liegt, bei dem die Sicherung abschaltet, leuchtet die grüne LED D1. Übersteigt der Strom den als maximal zulässigen gewählten Wert, verlöscht D1 und die rote D2 leuchtet auf, ihre Anzeige bedeutet: Sicherung hat angesprochen, der Stromkreis ist unterbrochen.

Mit dem Taster S schaltet man die Sicherung wieder ein, nachdem der Kurzschluß beseitigt wurde.

Es hat keinen Sinn, den Taster zu betätigen, wenn der Kurzschluß noch vorhanden ist: Die Sicherung bleibt im „AUS"-Zustand, ihr Ausgang ist auf Null Volt.

Überwachen der Stromstärke

Nach allem, was bisher gesagt wurde, ist klar, daß die DC-Fuse den Strom, den ein Verbraucher aufnimmt, überwachen und im Bedarfsfall, wenn der Strom zu hoch wird, die Spannung des Verbrauchers abschalten soll. Für die „Messung" des Stromes kommen zwei Verfahren in Frage.

Zunächst das Prinzip der Induktion. Man erinnere sich an die Versuche mit der Kompaßnadel im Physikunterricht. Normalerweise ist sie nach Norden gerichtet. Bringt man in die Nähe eine gleichstromdurchflossene Spule, so passiert nichts. Erst wenn man den Gleichstrom unterbricht oder wieder einschaltet, zeigt die Magnetnadel einen Ausschlag und kehrt dann in den Ruhezustand zurück. Die Spule erzeugt ein Magnetfeld, wenn sich der Strom ändert. Das ist beim Ein- und Ausschalten des Stroms der Fall. Das Magnetfeld beeinflußt die Kompaßnadel, womit der Nachweis geführt ist, daß tatsächlich ein Magnetfeld vorhanden ist.

Dieser Effekt funktioniert auch umgekehrt. Ersetzt man die Kompaßnadel durch einen kräftigeren Stabmagneten und führt ihn schnell an einer Spule vorbei, so entsteht an den Enden der Spule eine Spannung. Der Stabmagnet kann nun noch durch einen stromdurchflossenen Draht ersetzt werden, am besten zu einer zweiten Spule gewickelt (Transformator-Prinzip). Der Bewegung des Stabmagneten entspricht eine Änderung der Stromstärke. Es ändert sich das magnetische Feld, so daß an den Enden der anderen Spule eine Spannung entsteht.

Dieser physikalische Effekt läßt sich zur Stromüberwachung nutzen. Bild 4 zeigt das Prinzip.

Netzteil und Verbraucher sind wie üblich durch zwei Leitungen miteinander verbunden. Die Plusleitung wird von einer Spule umschlossen, deren Anschlüsse zu einem Spannungsverstärker führen. Der Ausgang dieses Verstärkers steuert einen elektronischen Schalter, der im Netzteil die Netzspannung oder die Ausgangsspannung abschalten kann.

Die Funktionsweise ist recht einfach. Solange der Strom, der vom Netzteil zum Verbraucher fließt, konstant ist, passiert nichts. Tritt aber ein Kurzschluß auf, so ändert sich die Stromstärke und in der Spule wird eine Spannung induziert, die über die Steuereinheit den elektronischen Schalter im Netzteil aktiviert.

Der Vorteil dieses Meßprinzips ist, daß man keinen Eingriff in die Zuleitungen vornehmen muß und daß die Stabilisierungseigenschaften des Netzteils unberührt bleiben.

Der Nachteil: Die Sache funktioniert nur bei einer schnellen Stromänderung. Man kann die Anordnung zwar empfindlich machen, dann wird auch ein langsamer Anstieg der Stromstärke registriert. In der Praxis ist ein solches Verhalten jedoch nicht brauchbar, weil bei wechselnder Last die Sicherung jedesmal abschalten würde. Es können mit dem induktiven Prinzip somit nur „echte" Kurzschlüsse erfaßt werden, bei einem langsamen Anstieg des Stromes über die zulässige Grenze hinaus tut die Sicherung nichts, mit den üblichen, üblen Folgen.

Die DC-Fuse arbeitet anders, sie basiert auf dem Ohmschen Gesetz. Es besagt

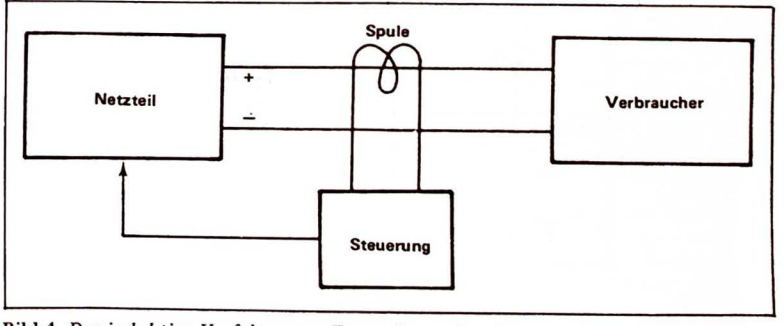


Bild 4. *Das induktive Verfahren zur Feststellung einer Stromänderung.*

u.a., daß sich die Spannung U an einem Widerstand R proportional zu dem durch den Widerstand fließenden Strom I verhält. Mit anderen Worten: Der Betrag der Spannung über dem Widerstand ist ein Maß für den Strom. Der Widerstand R ist in der DC-Fuse das Hilfsmittel zur Messung der Stromstärke.
Bild 5 zeigt das Prinzip des Systems. Der Widerstand wird in die Zuleitung zwischen Netzteil und Verbraucher geschaltet. Von den beiden Anschlüssen des Widerstandes führen Verbindungen zur elektronischen Sicherung, sie reagiert, wenn die Spannung zu hoch wird. Steigt der Strom in der Zuleitung, so nimmt auch die Spannung über dem Widerstand R zu. Erreicht sie einen bestimmten Betrag, so reagiert die Steuerschaltung wie im Beispiel der induktiv wirkenden Stromsicherung mit Abschalten der Spannung.
Bei welcher Stromstärke die Anordnung in Aktion tritt, hängt von der Empfindlichkeit der Steuerschaltung und vom Widerstandswert R ab. Je kleiner der Wert von R ist, um so mehr Strom muß fließen, damit die Steuerschaltung reagieren kann.
Der Nachteil der Schaltung aus Bild 5: Man ist, wie es einleitend hieß, bemüht, dem Netzteil einen niedrigen Innenwiderstand zu geben. Zu diesem Innenwiderstand liegt der Widerstand R in Reihe. Der Gesamt-Innenwiderstand ist somit höher, die Stabilität der Spannung bei wechselnder Last ist nun schlechter. Außerdem verringert sich die zur Verfügung stehende Ausgangsspannung des Netzteils um den Betrag, der am Widerstand R verloren geht. Deshalb ist es angezeigt, eine DC-Fuse auf einen möglichst geringen Spannungsabfall an R reagieren zu lassen. Im vorliegenden Fall beträgt der Spannungsabfall 0,7 Volt. Es ist möglich, mit wenigen Millivolt Ansprechspannung auszukommen, eine solche Schaltung läßt sich aber nur mit erheblichem Mehraufwand an elektronischen Bauteilen realisieren.
Übrigens hieß es weiter vorne, daß die DC-Fuse für „sich selbst" eine Spannung von 1...2 Volt von der Ausgangsspannung des Netzteils verbraucht. Dies ist natürlich wesentlich mehr als die genannten 0,7 Volt. Ein Widerspruch besteht aber nicht, weil noch ein Bauelement in der Zuleitung zum Verbraucher liegt, wie der nächste Abschnitt zeigen wird.

Baukosten-Voranschlag DM 16,-

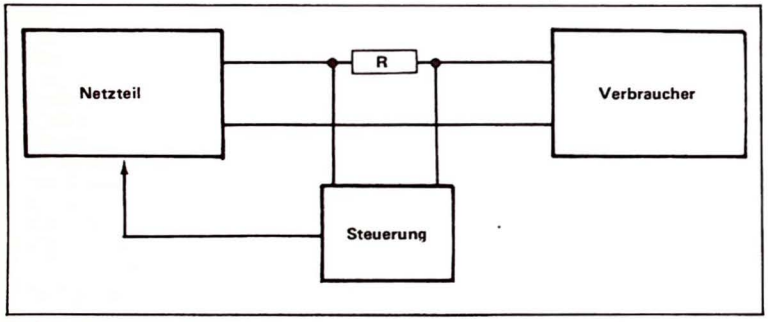


Bild 5. *An einem Widerstand erzeugt der Verbraucherstrom eine Steuerspannung.*

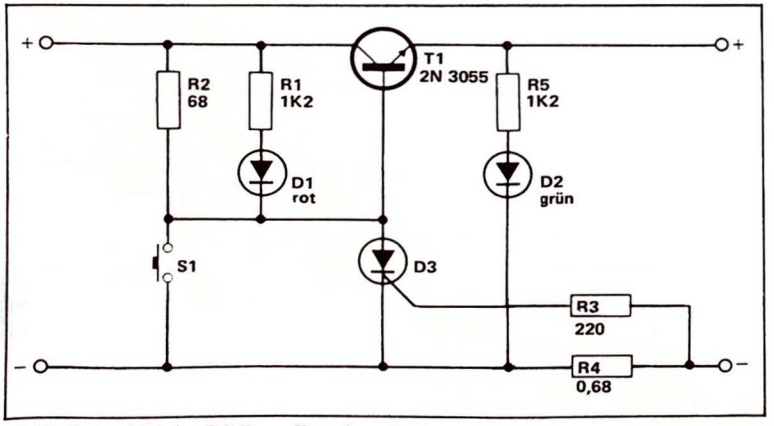


Bild 6. *Schaltbild der DC-Fuse. Transistor T1 ist der elektronische Schalter.*

Schaltbild

Bild 6 zeigt die Elektronik der DC-Fuse. Der Eingang der Schaltung (die beiden Anschlüsse links) ist im Einsatz mit den Ausgangsanschlüssen des Netzteils verbunden. Die beiden Ausgangsanschlüsse führen zu den Speisespannungs-Eingängen des Verbrauchers.
Im normalen Betriebszustand ist der Transistor T1 voll leitend, d.h. die positive Speisespannungsleitung ist zwischen Ausgang Netzteil und Eingang Verbraucher durchverbunden. Allerdings fallen, etwas abhängig von der Stromstärke, zwischen Kollektor und Emitter des Transistors einige hundert Millivolt ab, womit die zuvor genannte Differenz bezüglich des Eigenverbrauchs der DC-Fuse geklärt wäre.
Für den Leitzustand des Transistors sorgt Widerstand R2, über dieses Bauelement fließt der Basisstrom des Transistors, der den Halbleiter voll aufsteuert. Der Taster S1 hat noch eine weitere Funktion, man kann nämlich den Transistor T1 überprüfen; betätigt man S1 bei angeschlossenem Verbraucher, so muß die Ausgangsspannung Null werden.
Den jeweiligen Betriebszustand der DC-Fuse zeigen die beiden LEDs D1 und D2 an. D2 liegt am Ausgang der Schaltung. Wenn Ausgangsspannung vorhanden ist, fließt über den Vorwiderstand R5 Strom durch die LED, so daß sie leuchtet. Nach einem Kurzschluß verlöscht sie, da die Ausgangsspannung dann fehlt. LED D1 verhält sich umgekehrt. Sie liegt, zusammen mit ihrem Vorwiderstand, parallel zu Widerstand R2. Solange die Schaltung im normalen Betriebszustand ist, fällt an R2 nur die geringe Spannung ab, welcher der Basisstrom von T1 erzeugt. Diese Spannung ist geringer als der Wert, den die LED minimal braucht (ca. 1,5 Volt). Somit ist D1 aus. Hat nach einem Kurzschluß der Thyristor gezündet, so liegt die Kathode der LED über D3 an Masse, die LED leuchtet auf.

Wahl der Bauelemente

Einige Bauelemente in der Schaltung müssen an die benötigte Verbraucherspannung und den Strom, bei dem die Sicherung ansprechen soll, angepaßt werden. Bis auf R3 hat keiner der Widerstände einen von den Betriebsbedingungen unabhängigen Wert.
Die Berechnung ist allerdings sehr einfach, hier muß wieder das Ohmsche Gesetz angewandt werden. Strom und Spannung sind bekannt, so daß nur jeweils eine Division erforderlich ist.

Widerstand R1

Die LED D1 liegt über ihren Vorwiderstand R1 an der Speisespannung, wenn

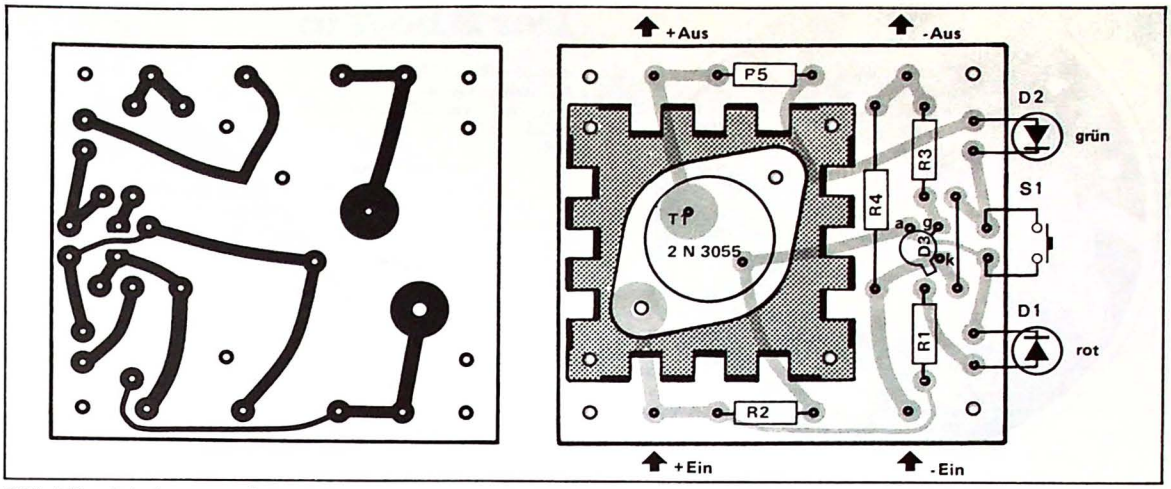


Bild 7/8. *Printlayout und Bestückungsplan. Dank der Lötstifte können die LEDs und der Taster beliebig montiert werden.*

sie leuchtet. Die Spannung ist somit bekannt.
Im allgemeinen geht man von einem LED-Strom von 10 Milliampere (0,01A) aus.
Beträgt die Spannung z.B. 12 Volt, so errechnet sich ein Widerstandswert von 12 V : 0,01 A = 1200 Ohm = 1,2 k-Ohm.

Widerstand R2

Dieser Widerstand sorgt dafür, daß der Transistor vollständig in den Leitzustand gesteuert wird. Zwischen dem Kollektorstrom (Laststrom) und dem Basisstrom eines Transistors besteht ein bestimmter Zusammenhang. Die beiden Ströme stehen im Verhältnis des Verstärkungsfaktors des Transistors.
Der in der DC-Fuse verwendete Transistor ist ein 2 N 3055, nicht nur, weil er preiswert und gängig ist, sondern weil er hohe Ströme steuern kann, notfalls bis 10 Ampere.
Hat man mehrere Exemplare, so weisen sie mit ziemlicher Sicherheit ebensoviele unterschiedliche Verstärkungsfaktoren auf. Von einem minimalen Faktor darf man aber ausgehen, deshalb wird hier mit einem Faktor 5o gerechnet.
Somit benötigt der Transistor einen Steuerstrom (Basisstrom), der 1/50 des Laststromes beträgt. Für 1 A Laststrom ist somit ein Basisstrom von 0,02 A erforderlich. Der Widerstand R2 bestimmt mit seinem Wert den Basisstrom. An welcher Spannung liegt R2? In der Schaltung liegt er zwischen Kollektor und Basis des Transistors. Ist dieser im Leitzustand, so beträgt die Spannung etwa 1,5 Volt. Die Rechenaufgabe lautet also: 1,5 V : 0,02 A. Das Ergebnis ist 75 Ohm. Man rundet auf einen gängigen Widerstandswert auf oder ab (hier vorzugsweise ab, um auf jeden Fall ausreichend Basisstrom zu erhalten). Der nächstliegende gängige Wert ist 68 Ohm.

An dieser Stelle eine wichtige Bemerkung: Im Kurzschlußfall liegt Widerstand R2 über den leitenden Thyristor an der vollen Spannung. Das hält er nicht lange aus, aber der Entwickler ist zurecht der Ansicht, daß man beim Experimentieren natürlich sofort einen Kurzschluß bemerkt, weil die DC-Fuse die Betriebsspannung abschaltet. Will man hier ganz sicher gehen, so ist R2 auch hinsichtlich der im Kurzschlußfall auftretenden Verlustleistung zu bemessen.

Widerstand R4

Dieser Widerstand ist der Stromsensor, er muß so dimensioniert werden, daß die Spannung, die der Laststrom an ihm erzeugt, 0,7 V beträgt, wenn der Strom die kritische Grenze erreicht.
Wird als Beispiel wieder ein höchstzulässiger Laststrom von 1 A gewählt, so gilt für R4: 0,7 V : 1 A = 0,7 Ohm.
Auch hier wählt man einen der üblichen Werte, also 0,68 Ohm. Der Widerstand muß allerdings, da er vom Laststrom durchflossen wird, auch leistungsmäßig richtig dimensioniert werden. Die Leistung ist das Produkt aus Strom und Spannung: 0,7 V · 1 A = 0,7 Watt. Es ist somit ein 1 W-Widerstand erforderlich.

Widerstand R5

Dieser Widerstand hat wie der bereits besprochene R1 die Aufgabe, den LED-Strom auf 10 Milliampere zu begrenzen. Somit ergibt sich für R5 derselbe Wert wie für R1.
Abschließend noch ein Wort zur Wahl des Thyristortyps. D3 muß in der Lage sein, den Haltestrom zu verkraften, der über R2 fließt, wenn er im Leitzustand ist. Thyristoren können eine Menge Strom vertragen, so daß ein Kleinleistungstyp 1 A/100 V völlig ausreicht.

Bauhinweise

Die Bilder 7 und 8 zeigen Printlayout und Bestückungsplan für die DC-Fuse. Zu beachten sind beim Bestücken nur wenige Dinge. Die Drahtbrücke darf nicht vergessen werden, bei den LEDs ist die Polung zu beachten. Die Thyristoren, die es gängig gibt, haben unterschiedliche Anschlußbelegungen. Man muß sich hierüber also beim Händler informieren.
Im Bestückungsplan ist ein Fingerkühlkörper (Typ TO-3, für T1) eingezeichnet, der vier Befestigungslöcher hat. Bekommt man einen ohne diese Bohrungen, so ist er ebenfalls zu verwenden.

Stückliste

WIDERSTÄNDE 1/4 Watt, 5%

R1, R5	*= 1,2 k-Ohm, Richtwert s. Text*
R2	*= 68 Ohm, Richtwert, s. Text*
R3	*= 220 Ohm*
R4	*= 0,68 Ohm, Draht 5 W Richtwert, s. Text*

HALBLEITER

T1	*= 2 N 3055 mit Iso-Garn.*
D1	*= LED rot*
D2	*= LED grün*
D3	*= Thyristor 1 A/100...400 V*

SONSTIGES

S1	*= Miniaturtaster 1 x EIN*
1	*x Fingerkühlkörper TO-3*
10	*x Lötstifte RTM*
10	*x Steckschuhe RF*
2	*x Schrauben M3 x 10 mm*
2	*x Muttern M3*
1	*x Print nach Bild 7/8*

Ihr Schaltungswunsch in P.E.!

P.E. praktiziert Mitbestimmung für aktive Freizeitelektroniker! Wie funktioniert das?

In jeder Ausgabe von Populäre Elektronik finden Sie eine vorgedruckte Karte zum Abtrennen. Auf der Rückseite tragen Sie fünf Schaltungswünsche ein. Freimachen und abschicken – das ist alles. Wenn Sie Nochnichtabonnent sind und ein Abo bestellen, stekken Sie die Hitparadekarte zu der Abokarte in einen Umschlag, der mit DM 0,60 frankiert wird. Dann sind Sie für ganze 10 Pfennige auch in der Hitparade dabei. Die Schaltung „Frequenzzähler" in dieser Ausgabe nahm bisher in der Hitparade den 10. Platz ein. Das für diese oder die nächste Ausgabe geplante Mischpult-Modul kann noch nicht veröffentlicht werden, da die Entwicklung noch nicht abgeschlossen ist. Wir bitten um Verständnis.

Die eingesandten Schaltungsvorschläge werden in der Reihenfolge ihrer Nennung mit 5,4,3, Punkten usw. bewertet.

1.	Mischpult in Modultechnik	2132
2.	Kurzwellen-Empfänger	1854
3.	US-Einbruchalarm	1696
4.	Modellbahnelektronik	1579
5.	Ladegerät für NiCd-Akkus	1422
6.	Black-Box-Vorverstärker	1307
7.	Thermometer	1237
8.	Klangeinsteller in Modultechnik	1215
9.	Netzteile (allg.)	1138
10.	Vorverstärker Modul	821
11.	Stroboskop	700
12.	Umformer für Leuchtstofflampe	604
13.	Block-Box-Vorverstärker	552
14.	RLC-Meter	507
15.	UKW-Empfänger	424
16.	Lauflicht	353
17.	Lichtschranke	272
18.	Antennenverstärker	244
19.	Fernsteuerung	173
20.	Gitarren-Effekte	157

Der Abo-Tip

Aus der Praxis für die Praxis: Irgendwer hat irgendwann eine Idee, wie man als Hobby-Elektroniker mit einem kleinen Trick Arbeit oder Material sparen kann, etwas besser oder schneller machen kann usw. Meist handelt es sich um Kleinigkeiten, die angeblich „nicht der Rede wert" sind.
P.E. meint: Eine Tipkiste ist eine Trickkiste. P.E. macht die Kiste auf. Und holt in der Tip-Rubrik einen nach dem anderen heraus. In dieser Ausgabe finden Sie den Tip Nr. 12, er beschreibt einen einfachen Prüfgenerator, der meist mit „Bordmitteln", d.h. mit Bauelementen aus der Bastelkiste aufgebaut werden kann. Zum schnellen Prüfen des Frequenzzählers, aber auch für zahlreiche andere Zwecke ist er geeignet. Hier gleich der nächste Tip: P.E.-Abonnent werden! Dann füllt sich Ihre Trickkiste von selbst.

Und damit sich die Sache auch für Sie lohnt, können Sie P.E. für nur DM 29,80 im Jahr (= 12 Ausgaben) abonnieren. Mit einem Preisvorteil von über 25 %. Vom Postboten ins Haus gebracht, immer etwas früher als am Kiosk. Und so wird man Abonnent: P.E. Abo-Karte ausfüllen und an den Verlag schicken. Den Betrag von DM 29,80 als Scheck beifügen oder auf Postscheck-Konto Hamburg 332 287 - 208 für M+P Zeitschriften Verlag GmbH + Co. Hamburg einzahlen. Fertig!

Vorschau

In der Ausgabe 3/79
bringt
POPULÄRE ELEKTRONIK
u.a. folgende Beiträge:

ESQ
Die P.E.-Eichspannungsquelle:
10.000 V ±3 mV ohne Eichen

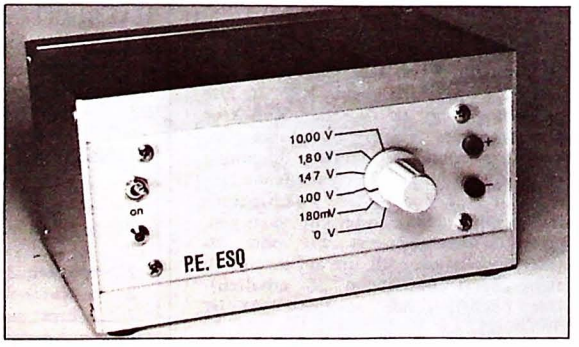
Rumpelfilter
in Modultechnik

7 Tage mit Goliath
Zusatz zur Goliath-Digitaluhr:
Für jeden Wochentag eine LED

Außerdem geplant:

Netzteile allgemein
Praxisbezogener Grundlagenbeitrag

DUT
Einfacher akustischer Durchgangstester
Wertvolles Hilfsmittel beim Schaltungsaufbau
Speisespannung 1,5 V (mit OpAmp)



K-tronic

ELEKTRONISCHE BAUELEMENTE

Alfred Kaup
Heckenweg 28 a
4401 Saerbeck
Tel.:02574/8224

BIS ZU 40,-- DM SPAREN SIE

WELLER-MAGNASTAT-Lötkolben WTCP

mit kompl. Station in 24 V-Ausführg. vergoßenem Trafo mit eingeb. Schalter und Kontrollicht, Sciherung, Lötkolbenhalter und Schwamm

bei uns nur 94,80 DM

Chromdioxyd-Cassetten C60 2,95 DM
Chromdioxyd-Cassetten C90 3,95 DM
Reinigungs-Cassetten 2,65

MS 2000
STEREO-Mischpult
7-Kanäle-Stereo
2xMike(hoch/niederohmig)
1xPhono/Magn.
1xPhono/Magn/Ker.
1x Aux, 20 - 20000 Hz,
9 V Batt. o. ext. Netzteil, Gew.: 1,8 kg, Abm.: 25 x 19 x 4,5 cm

Sonderpreis 89,50 DM

MS 3000 baugleich mit MS 2000 jedoch mit Abhörverstärker und Betriebsspannungsanzeige durch LED

104,80 DM

PABST-LÜFTER gebr. im guten Zustand
220 V, 50 Hz,
Maße: 120 x 120 mm

nur 39,50 DM

NC - Batterie NC450
Nickel-Cadmium-Akku
1,2 V, 450 mAh
Mignon-Zelle

Sonderpreis 3,10 DM

Miniatur-Entlötgerät 184 x 20 mm

24,95 DM

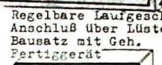
SUPER-COLOR-FERNSEHSPIEL
6 Spiele:Tennis, Hockey, Squash, Handball, Tontaubenschießen, Tr.-jagd. Zählvorrichtung im Bild, 2 Ballgeschwindigkeiten und Schlägergrößen, getreue Spielgeräusche aut. und manuell spielbar mit 2 Perbedienungen und Pistole

Sonderangebot 89,—

FERNSEH-SPIEL s/w
wie obiges Modell, jedoch mit 4 Spiele und ohne Pistole

nur 49,-- DM

LAUFLICHT 4 K
4 x 500 Watt
Regelbare Laufgeschwindigkeit. Anschluß über Lüsterklemmen
Bausatz mit Geh. 38,50 DM
Fertiggerät 49,80 DM



Lichtorgel 6 K
6 x 500 Watt
Stereo-Lichtorgel mir 2 x 3 Kanäle, einzeln regelbar, Anschlüsse über Lüsterklemmen
Bausatz mit Geh. 37,-- DM
Fertiggerät 49,-- DM

NEU !!!
EFFEKT-LICHTSCHLAUCH (4,5 m lang)
Durch ein eingearbeitetes Schaltwerk werden die Birnchen der Reihe nach eingeschaltet, so daß ein Lauflicht-Effekt entsteht.

249,— DM

STROBOSKOP 100 W/sek.
Regelbar von 1 - 15 Blitze/sek. Geh. mit eingeb. Reflektor.
Fertiggerät 48,90 DM

LUFTBLASENMASCHINE

Eine ausgesprochene Witzmaschine, die aus harmloser Flüssigkeit pro Minute 1000 Luftblasen produziert In Verbindung mit einem Stroboskop der Höhepunkt jeder Show!

nur 189,— DM

Reflektorfassung E14
Super mit farbig eloxiertem Alu.-facetten-Reflektor. Unverwüstliche Ausf. für hohe Lichtausbeute mit schwenkbarem Fuß. Wahlweise in den Farben rot, grün, blau gelb und silber.

nur 9,80 DM

Lazu passende Kopfspiegellampe E 14, 40 Watt 3,50 DM

Schwenkb. Strahlerfassung ohne Reflektor E 27 für Deckenmontage

nur 9,90 DM

Comptalux color 100 W, Refl.-Preßglaskolben E 27 in Rot, Gelb, Grün Blau 9,80 DM

Schwarzlicht-Leuchtstoffröhre
59 cm 32,-- DM

Schwarzlicht-Birne 75 Watt E 27 3,80 DM

Schwarzlicht-POSTER mit schönen Motiven 59 x 89 cm nur 12,-- DM

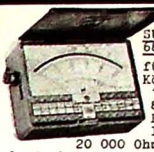
UNIVERSAL-SPANNUNGSPRÜFER 3-250 V für Wechsel und Gleichspannung Polaritätsanzeige durch Leuchtdioden

nur 11,90 DM

DIGITAL-SUPERTESTER 680 D
Große Ziffernanzeige im Taschenformat
5 Meßarten mit 20 Meßbereichen
Batteriezustandsprüfeinrichtung
Grundgenauigkeit: 0,1 % ± 1 Digit
3 1/2 stellig, 13 mm Ziffernhöhe, Maße: 109 x 110 x 37 cm. Gew.: 220 g
Zubehör: Transportetui, Meßkabelsatz, 9 V-Batterie, Bedienungshandbuch.

219,— DM

Versand ab 20,— DM per NN.



SUPERTESTER 680 R
für Kenner und Könner
10 Meßarten mit 80 Meßbereichen
Endwert-Verdopplung
20 000 Ohm/V, Stat. Überlastschutz, Anzeigentol. ± 1 %

Gleichspg. 100 mV - 2 kV (13 Ber)
Wechselspg. 2 - 2,5 kVeff (11 ")
Gleichstr. 50 uA - 10 A (12 ")
Wechselstr. 250 uA - 5 A (10 ")
Widerstand 1 - 100 MOhm (6 ")
Innenwid. 5 kOhm.....10 MOhm
NF-Spang. 10 V - 2,5 kVeff
dB in 10 Bereichen
Kapazität in 6 Bereichen
Abm.:133 x 105 x 55, Gew.:300 g
Zubehör: Kunstst.-Trageetui mit Tragbügel als Schrägstellstütze
2 Meßkabel mit Prüfspitzen, 2 Aufsteck-Kroko-klemmen, Kurzschlußbügel, Ohmmeterbatterie 3 V
Netzanschlußkabel, Bed.-anleitg.
4 Res.- sicherungen.

116,— DM

Meßleitungsbausatz HIT 4500

Der Bausatz enthält:
12 Stck. versilb. Büschelstecker mit Längsloch aus Weich-PVC, je 2 Stck., in den Farben schw.,rot blau, gelb, grün, grau.
6 Kabelabschnitte á 1 m, beidseitig abisol., hochflexibel, doppelt isoliert.

14,— DM

SES!!!SES!!!SES!!!SES!!!SES!!!!
Das neue Solar-Experimentier-Set für "Energiebewußte"
Die häusliche Art, Energie zu gewinnen. Inhalt: 5 Solarzellen 2 Kleinstmotore, 1 Windmühlenmodell, 1 Automodell, 1 NC-Batterie. Das ist SES, das so manches bei natürlichem Lichteinfall in Bewegung bringt.

59,— DM

40 Stck 1N4148 u. unsere SS-Liste erh. Sie für 2,50 in Briefmarken

12,90

FS 20 Feinlötkolben 20 Watt, 220 V

Ladegerät für 3 NiCd-Akkus "Mignon" 450 mA
110-220 V, 50 Hz
Ladestrom bei 220 V: 50 mA, Nennspannung: 3,6 V.
Gehäuse: matt-schwarz mit Eurostecker

nur 9,95

KTM 32
Kleinteilemagazin mit 32 Schachteln
In den Farben: Orange blau gelb
Maße: 220 x 320 x 68 mm

SONDERANGEBOT 12,90 DM

PS 69-12
Universalnetzteil mit angespritztem Stecker
6/7,5/9/12 Volt schaltbar, 300 mA

9,90

SUKI - Stapelkästen aus schlagfestem Polystrol
Für problemloses, übersichtliches Lagern von Kleinteilen
In den Farben: blau, rot, gelb

SK 0 H = 52 mm
B =102 mm
T = 95 mm

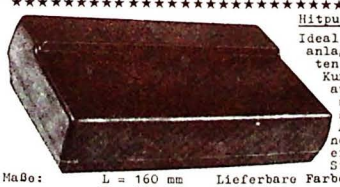
0,59

SK 1 H = 76 mm
B =147 mm
T =252 mm

7,79

TS 21
Drucktastensatz mit 4 verchromten formschönen Knöpfen mit eingelegter, schwarzer Kunststoffkappe.
50 x 57 mm, Einzelt. je 4xU

2,85!



Hitpult 3005
Ideal für den Einbau von Spreckanlagen, Mischpulten, Meßgeräten und vieles andere mehr.
Kunststoffgehäuse bestehend aus zwei Halbschalen, die mit 3 Schrauben verschraubt sind.
Auf der Frontplatte ist eine Vertiefung, in die man eine Alu-Platte von 0,5-1 mm Stärker einlegen kann.

Maße: L = 160 mm
T = 104 mm
H vorne = 35 mm
H hinten = 50 mm

Lieferbare Farben: rot, orange, blau und schwarz

Mit Klebefüßen (rutschfest!)

4,95

3-FARBEN-TASCHENLAMPE
Solide verarbeitete Taschenlampe mit Fokussiermöglichkeit, Schalter mit Blinknopf für Morsezeichen, zusätzlich zwei Schiebeknöpfe für ROT und GRÜN.

Für 2 Mono-Zellen (115m Reichw.) nur 5,90 DM
Für 3 Mono-Zellen (200m Reichw.) nur 7,90 DM

HECO SM 630
Lautsprecher-Leerbox in weiß, Alu-Frontgitter, incl. Zarge und Ausschnitt mit Befestigungsbolzen für 1 x Tiefton Ø 175 mm und 1 x Kalotte KCH 25 und Rückwand.
Abm.: B = 275 mm
H = 450 mm
T = 100 mm

Unser Schlagerpreis pro Paar 39,80

WB 125
Koaxial-Breitbandlautsprecher, 30 - 20 000 Hz 8 Ohm
30 W max. 50 W
großer Magnet
Hochtonkalotte
weiche Membrane
Ø 12,5 cm

24,90

LEUCHTDIODEN

LED 3 mm rot,gelb,grün 0,39 DM
LED 5 mm rot,gelb,grün 0,39 DM

Kohleschichtwiderstände aus laufender Fertigung 1/4 Watt ±5% 1 Ohm - 3,3 MOhm
10 Stck. je Typ 0,60 DM

IC's - Auszug	DM
LM 391N80	4,90
LM 3900	2,50
L200	5,90
LM 324	2,30
LM 741	0,95
UAA 170	5,80
UAA 180	5,80
SO 41 P	3,65
SO 42 P	3,95
TDA 2002	5,80
TDA 2020	10,80
NE 555 DIP	0,95
uA 709 DIP	1,15
uA 741 DIP	0,95

* * * * * * * * * *

Bausätze

Halbleiter Lernbausatz, Leiterplatte, Z-Diode, Transistoren, Fassungen, LED's, Lernbuch usw. 19,80 DM

TTL - Lernbausatz, Leiterplatte, 5 integr. Schaltkreise, Sockel usw. 19,80 DM

CMOS - Lernbausatz I, Buch, 9 integr. Schaltkreise, Leiterplatte, Sockel usw. 19,80 DM

CMOS - Lernbausatz II, Buch, 4 integr. Schaltkreise, Leiterplatte, Sockel usw. 19,80 DM

Blinker: Einfache Multivibratorschaltung 6 V, max. 0,1 A 5,80 DM

Tongenerator: 6 - 12 V, Ausgang: Rechteck, Frequenz regelbar 7,80 DM

Prüfsummer: univ. Durchgangsprüfer, 9 V, kompl. mit Lautsprecher und Batterieclip 14,90 DM

Morse-Trainer: Einf. Morsegerät mit Digitast als Morsetaste, incl. Lautsprecher, Frequ. regelbar 15,90 DM

PS 241
Labornetzteil
Unentbehrlich für den Elektronik-Bastler.
220 V, Ausgang: 0-12V/12-24 V umschaltbar und stufenlos regelbar, 1,5 A

nur 89,— DM

CB-PN
Power - Netzteil
für CB, Labor usw.
geregelt und kurzschlußfest
220 V, Ausgang:
3 Amp. max. 4 Amp.

54.90 DM

REINIGUNGS-Cassetten

nur 2,65 DM

Auto-Kugellautsprecher

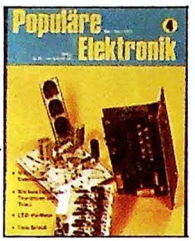
8 Watt	Paar	24,-- DM
10 Watt	Paar	36,-- DM

Die »Alten«

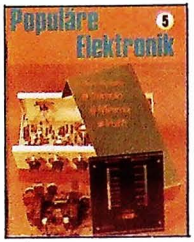
Ausgaben von **Populäre Elektronik** enthalten zahlreiche Baubeschreibungen, die auch heute noch interessant sind.
Die nachfolgend abgebildeten Ausgaben können noch geliefert werden.

1/76 **FBI-Sirene** das Signalhorn der US-Polizei **Transitest** Halbleitertester mit einfachster Bedienung - **Elektro-Toto-Würfel** Elektronik-Spiel

3/77 **50 Watt-Modul** als NF-Endverstärker der HiFi-Modulserie - **Die totale Uhr** Digitaluhr mit fast allen Möglichkeiten **Die Kassette im Auto**

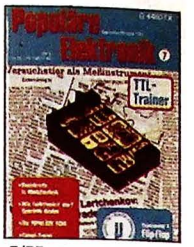


4/77 **Codeschloß** mit leicht veränderbarem Code - **LED-VU-Meter** in Modultechnik - verschiedenfarbene LEDs zur Aussteuerungsanzeige (Stereo)



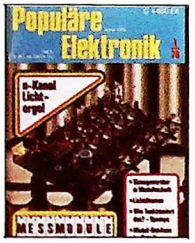
5/77 **Minimix** batterie-Mischpult 2xStereo, 1x Mikro (mono) mit Panorama - **Tremolo** in Modultechnik - **Puffi** Eintransistor-Pufferstufe (Stereo)

6/77 **Leslie in Modultechnik** Zusatz zum Tremolo-Modul - **Signal-Tracer** Kombination Signalspritze / Signalverfolger - **TV-Tonkoppler** für Bandaufnahme

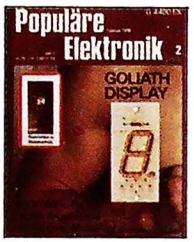


7/77 **TTL-Trainer** ein kleines Digital-Labor für den spielenden Einstieg in diese Technik - **Basisbreite** in Modultechnik, mit Super-Stereo

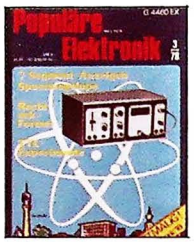
8/77 **Superspannungsquelle** Null bis 28 Volt, 1,5 Strombegrenzung - **Loudness-Filter** in Modultechnik - **Mini-Uhr mit Maxi-Display** einfache Digitaluhr



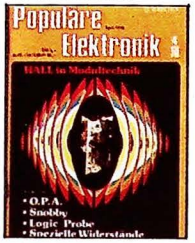
1/78 **Sinusgenerator in Modultechnik** das erste Meßplatz-Modul - **Die n-Kanal-Lichtorgel** beliebige Kanalzahl, bis 14 verschied. Frequenzen **Lichtdimmer**



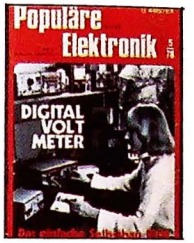
2/78 **Goliath-Display** Ziffernhöhe 38 mm mit Anreih-LEDs - **Pausenkanal** für die n-Kanal-Lichtorgel - **Rauschfilter** in Modultechnik, mit 3 Eckfrequenzen



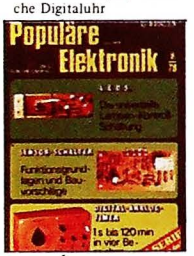
3/78 **Rechteck-Former** in Modultechnik, Zusatz zum Sinusgenerator - **Spannungslupe** Meßbereicherweiterung für Vielfachinstrumente **Goliath-Netzteil** +10 V, +5 V



4/78 **O.P.A.** Operational Power Amplifier, diskret aufgebaut - **Snobby** Klatschschalter mit Programmsteuerung **Hall** in Modultechnik - **Logic-Tester** zeigt H, L, 0

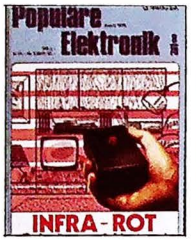


5/78 **Peace-Maker** Zahl /Adler-Zufallsgenerator - **Digital-Meter** zentrale Einheit im modularen Meßplatz - **DC-Volts** Zusatz zum Digital-Meter



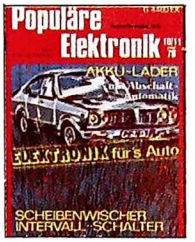
6/78 **L.E.D.S.** Leuchtenüberwachung im Auto - **Einpunktsensor** erweiterungsfähiges System - **Digital-Analog-Timer** 1 Sekunde bis 2 Stunden einstellbar

7/78 **Elektronisches Tauziehen** Reaktionstest als Zeitvertreib **OHMS** Widerstands- Meßzusatz zum Digital-Meter - **Würfeln mit Goliath**

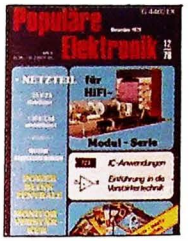


8/78 **Zener-Tester** für schnellen Z-Dioden-Test **H.E.L.P.** handlicher Experimentierprint **Infrarot-Sender** und **Infrarot-Empfänger**, störsicher

9/78 **Schwesterblitz** macht jedes Blitzgerät zum Zweitblitz - **Syndiatape** Diavertonung auf Kassette **Das kontaktlose Relais** Elektronik ersetzt Mechanik



10-11/78 **Intervallschalter** für den Scheibenwischer - **Automatik-Zusatz** startet den Schalter bei Regen **Auto-Akkulader** - **Regensonde** mit akustischem Signal



12/78 **Monitor-Verstärker** 2x3 Watt **Zwischenverstärker** zur Pegelanpassung - **Power-Blinkzentrale** für Modellbau **Netzteil für HiFi-Module**

Populäre Elektronik
Abt. Heftnachbestellungen
Postfach 760264, 2 Hamburg 76

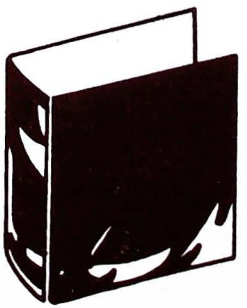
Anz./Heft-Nr.:

Bitte deutlich schreiben

Name. _____
Straße: _____
PLZ Ort: _____

So wird bestellt:

Coupon ausfüllen,
DM 3,00/Heft
in Briefmarken,
bar oder
als V-Scheck
beilegen und alles an
nebenstehende
Adresse senden.



Nicht vergessen!

Die stabile
und repräsentative
Sammelmappe für Ihre älteren
Ausgaben von
Populäre Elektronik
Farbe: Rot, Preis: DM 10,80.
Bitte benutzen Sie bei einer
Bestellung ebenfalls den
nebenstehenden Coupon und
fügen DM 10,80 bei.